ТРАМВАЙНОЕ ХОЗЯЙСТВО

А. Х. Зильберталь

Огиз - Гострансиздат 1932

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ
НЕ ПОЗЖЕ
ОБОЗНАЧЕННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

2/II			

T

625.46(07)
З-61
~~621.33~~ 39.82
3-76 З-61

А. Х. ЗИЛЬБЕРТАЛЬ

ТРАМВАЙНОЕ ХОЗЯЙСТВО

РУКОВОДСТВО ДЛЯ РАБОТНИКОВ ТРАМВАЯ И УЧАЩИХСЯ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Техническая библиотека Ленинградского треста
Инвентарный № 10.971

Библиотека в Ленинграде

ОГИЗ — ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

2-я типография Транспечати НКПС им. тов. Лоханкова. Ленинград, ул. Правды, 15.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 7

РАЗДЕЛ I

ТРАМВАЙ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Глава 1.

Потребность в массовых средствах сообщения 11

§ 1. Значение средств сообщения в жизни городов ..... —
§ 2. Чисто поездок на жителя в разных городах и странах ..... —
§ 3. Влияние разных факторов на число поездок 16
§ 4. Перспективы развития массового транспорта в СССР 18
§ 5. Дальность поездки 20

Глава 2.

Виды массового транспорта 22

§ 6. Сравнительная характеристика метрополитена, трамвая, автобуса ..... —
§ 7. Комбинированные виды транспорта 24
§ 8. Экономическое сравнение трамвая и автобуса 25
§ 9. Распределение массового транспорта по видам в разных городах и странах 26
§ 10. Троллейбусы и автодрезины 27

Глава 3.

Народно-хозяйственное значение трамвая 28

§ 11. Экономия времени пассажиров ..... —
§ 12. Экономия физической энергии и удобства при поездке 30
§ 13. Трамвай в личном бюджете и бюджете городов ..... —
§ 14. Согласование разных точек зрения 31

РАЗДЕЛ II

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ

Глава 4.

Скорость 32

§ 15. Основные обозначения ..... —
§ 16. Элементы, влияющие на скорость: ..... —
§ 17. Влияние отдельных элементов на среднюю ходовую скорость 34
§ 18. Влияние остановок 36
§ 19. Влияние конечных пунктов 37
§ 20. Значение скорости для пассажиров ..... —
§ 21. Влияние скорости на расходы трамвая 38
§ 22. Выбор оптимальной скорости 40
§ 23. Пределы и методы повышения скорости 43

Глава 5.

Остановки 45

§ 24. Оптимальная длина перегона с точки зрения пассажира ..... —
§ 25. Учет расходов предприятия 49
§ 26. Данные об остановках в разных странах ..... —
§ 27. Метод двух параллельных средств сообщения 51
§ 28. Метод решения вопроса об отдельных остановках 56
§ 29. Остановки по требованию и временные 57

Стр.

Глава 6.

Планировка сети 59

§ 30. Общие требования к плану сети ..... —
§ 31. Принципиально возможные схемы сети: 60
§ 32. Сравнение разных схем с точки зрения среднего расстояния до трамвайных путей 63
§ 33. Сравнение разных схем по коэфициенту непрямолинейности 69
§ 34. Пропускная способность путей, остановок и узлов 71
§ 35. Сравнение разных схем сети с точки зрения пропускной способности 78
§ 36. Оптимальная величина и плотность сети 79
§ 37. Выводы о наиболее целесообразной форме сети 83
§ 38. Решение некоторых задач по планировке сети 84

Глава 7.

Трассировка путей в проездах и на площадях 87

§ 39. Расположение трамвайных путей в проезде ..... —
§ 40. Перевод трамвая на собственное полотно 91
§ 41. Устройство трамвая в проездах с зелеными насаждениями ..... —
§ 42. Устройство путей в кривых 92
§ 43. Устройство путей в узлах и методы повышения пропускной способности 93
§ 44. Одноколейные участки 94

Глава 8.

Устройство конечных пунктов 106

§ 45. Основные требования ..... —
§ 46. Типы конечных пунктов ..... —

Глава 9.

Пассажирские потоки и их колебания 111

§ 47. Колебания потоков по сезону, дням недели и часам дня ..... —
§ 48. Раздвижение времени работы 116
§ 49. Непрерывка 118

Глава 10.

Организация статистики пассажирооборота 119

§ 50. Необходимые для практики данные и графики 122
§ 51. Общая организация статистики 123
§ 52. Методы фактического наблюдения ..... —
§ 53. Методы подсчета пассажиров по билетам 133
§ 54. Анкетный метод 136

Глава 11.

Наполнение вагонов и частота движения 137

§ 55. Наполнение вагонов ..... —
§ 56. Частота движения и экономическая величина состава 141

Глава 12.

Система маршрутов 143

§ 57. Требования к маршрутной системе ..... —
§ 58. Маршрутный коэфициент 146
§ 59. Стрелочный коэфициент 150
§ 60. Формы маршрутов ..... —
§ 61. Проверка целесообразности маршрутов 154
§ 62. Расчет маршрутной системы по заданным потокам 156
§ 63. Выбор точек возврата маршрутов 165

Глава 13.

Наряд вагонов 166

§ 64. Постановка вопроса ..... —
§ 65. Разбор разных случаев 168
§ 66. Общий метод распределения вагонов 175
§ 67. Величина состава 178
§ 68. Практические замечания 181

Глава 14. Стр.

Расписания ... 184

§ 69. Основные предпосылки ... —
§ 70. Интервалы ... 186
§ 71. Образцы расписаний ... 190
§ 72. Некоторые специальные случаи ... —
§ 73. Сгущения, возвраты, переброски ... 201
§ 74. Учет использования рабсилы ... 206

Глава 15.

Регулярность ... 209

§ 75. Определение нерегулярности ... —
§ 76. Причины и значения нерегулярности ... 211
§ 77. Данные разных трамваев ... 213
§ 78. Организация надзора за регулярностью ... 214
§ 79. Диспетчерская система ... 219
§ 80. Восстановление движения при крупных нарушениях ... 221

Глава 16.

Сводные формулы движения ... 223

§ 81. Сводные формулы движения ... —

Глава 17.

Проездная плата ... 228

§ 82. Платность в социалистических условиях ... —
§ 83. Влияние тарифа на число поездок ... 232
§ 84. Влияние тарифа на доход и прибыль ... 237
§ 85. Тарифы разных городов и стран ... 238

Глава 18.

Дифференциация тарифа ... 239

§ 86. Абонементные талоны и карточки ... —
§ 87. Дифференциация по социальному положению и по заработку ... 242
§ 88. Дифференциация по дальности поездки ... 245
§ 89. Формы участкового тарифа ... 247
§ 90. Пересадочное право ... 249
§ 91. Дифференциация по часам дня ... 250

Глава 19.

Сбор платы ... 251

§ 92. Предварительный сбор платы ... —
§ 93. Безбилетный сбор платы в вагоне ... 252
§ 94. Формы билетов ... 255
§ 95. Методы обмена или погашения талонов ... 261
§ 96. Билетопечатные машинки ... 262

Глава 20.

Отчетность кондукторов ... 263

§ 97. Методы ежедневной сдачи денег ... —
§ 98. Метод авансирования кондуктора ... 267

Глава 21.

Несчастные случаи и столкновения ... 268

§ 99. Причины и характер несчастных случаев ... —
§ 100. Методы борьбы с ними ... 269

Глава 22.

Сигнальные устройства ... 273

§ 101. Сигнализация на пересечениях ... —
§ 102. Сигнализация одноколейных участков ... 276
§ 103. Межвагонная сигнализация ... 279

Глава 23.

Стр.

Перевод стрелок 282

§ 104. Ручной перевод ..... —
§ 105. Автоматический перевод ..... —
§ 106. Централизованный перевод 288

Глава 24.

Прием и обучение рабочих 289

§ 107. Психо-технические испытания ..... —
§ 108. Обучение вожатых и кондукторов 291

Глава 25.

Организация труда 294

§ 109. Почасовой учет ..... —
§ 110. Запасные смены 295
§ 111. Прикрепление вожатых к вагону и маршруту 297
§ 112. Качество работы ..... —
§ 113. Оплата труда 298
§ 114. Производительность труда 301

Глава 26.

Управление движением 302

§ 115. Персонал линии и парков ..... —
§ 116. Центральный аппарат 303

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга является первой частью более общей работы на тему о ведении трамвайного хозяйства. Вообще в области электротяги и особенно трамвайного дела, с точки зрения конструктивной и описательной, не только у нас, но и за границей—мало руководств, полностью охватывающих предмет и дающих достаточно указаний для проектирования и строительства. Но текущее ведение хозяйства почти совершенно не имеет необходимых для практики руководств. Некоторые сведения о практике ведения хозяйства в Америке еще можно собрать по довольно богатой периодической литературе; данные о Германии и Англии уже значительно скуднее, а советские трамваи почти ничего не сообщают о своих работах, достижениях и ошибках за неимением своего органа печати. Теоретический же анализ трамвайной практики вообще до сих пор не поставлен. Недостаток руководств в области ведения хозяйства остро чувствуется не только в среде практических работников, но и в вузах, подготовляющих трамвайных специалистов, на курсах и в школах по поднятию квалификации рабочих, выдвиженцев и техперсонала.

Работа, предлагаемая ныне читателю, является первой попыткой широкого охвата всех вопросов трамвайного хозяйства. По смыслу своему она должна состоять из следующих разделов:

1. Трамвай в системе городского транспорта.
2. Организация движения.
3. Ремонт и содержание вагонов.
4. Ремонт и содержание путей.
5. Ремонт и содержание подстанций и воздушной сети.
6. Экономика и общее управление.

Настоящая книга, обнимая первые два раздела, сознательно выдвигает в первую очередь вопросы движения, не только потому, что такой порядок изложения является наиболее естественным, но и потому, что этим вопросам до сих пор уделяется чрезвычайно мало внимания, хотя именно в правильной организации движения—ключ к максимальному удовлетворению потребностей пассажира, с одной стороны, и к экономному ведению хозяйства трамвая, с другой. В этой области трамвайного хозяйства—наиболее зияющий провал не только в литературе, но и в правильной постановке дела на практике, и не только у нас, но и за границей. Вследствие недостаточного внимания к этим вопросам кадры работников по движению заполняются людьми, в подавляющем большинстве не подготовленными к научному разрешению вопросов. Высшая школа тоже до последнего времени таких специалистов не готовила. Подавляющее большинство работников движения не может подняться выше кустарно-глазомерного подхода ко всем важнейшим проблемам. Достаточно указать в качестве примера, что даже в Берлине, где вопросам движения уделяется сравнительно много внимания, неправильное решение ряда важнейших вопросов вынуждает иметь чрезмерно большой инвентарь вагонов. Там вполне возможно было бы путем перемены остановок, реорганизации маршрутов и изменения расписания сократить вагонный инвентарь на 20—30%, не вызывая этим никаких неудобств для пассажиров.

Такое положение побудило автора поставить важнейшие вопросы движения заново. Нельзя было базироваться на указаниях практики, тем более, что практика Америки, Германии, СССР в важнейших вопросах совершенно раз-

лична. Эта разница далеко не всегда вытекает из объективных условий, а часто зависит от весьма субъективных ошибок, возникающих в результате решения вопроса „на-глазок".

Работа данного масштаба, построенная заново и на совершенно новых основаниях, не может быть свободна от ошибок и даже грубых промахов. Особенно трудно добиться правильной пропорции глав, правильного распределения материала по отдельным вопросам. За всякую критику, за все полезные указания в смысле исправления вкравшихся отдельных ошибок и ошибочных взглядов, перестановки материала, сокращения изложения одних вопросов и расширения других—автор будет весьма и весьма благодарен. Но автор имеет основание предвидеть и другого рода критику, восстающую против всего метода проработки вопросов, против всей сущности настоящей книги. В виду этого необходимо предпослать несколько замечаний об основном методе данной работы.

Для разрешения всех важнейших вопросов движения во главу угла положен критерий суммарного народно-хозяйственного эффекта. Для этой цели, с одной стороны, кладутся на чашку весов расходы трамвая, необходимые для осуществления перевозок с той или иной скоростью, частотой и т. д., с другой—учитывается польза трамвая для пассажиров, выражаемая экономией времени и удобствами, которые трамваем предоставляются. С учетом обеих этих сторон последовательно разбираются вопросы скорости, густоты остановок, параллельного функционирования двух средств сообщения с разным количеством остановок, вопросы планировки сети, выбор величины состава и наполнения вагона, система маршрутов, метод составления наряда и расписания, вопросы регулярности, выбор тарифа, его дифференциация по дальности поездки, платежеспособности населения и т. д.

Мерило всех мерил капиталистического предприятия—денежный доход или денежную прибыль—пришлось совершенно отбросить, ибо доход всецело зависит от установленного тарифа, т. е. от определенной политики городского управления. Денежный доход трамвая составляет только долю той общей пользы, которую трамвай приносит пассажиру. В социалистическом обществе, базу которого мы сейчас строим, трамвайная плата вообще будет отменена, решение же перечисленных выше и других вопросов движения будет в принципе то же, что и в настоящее время, с тем только отличием, что расходы предприятия будут ниже, а оценка времени и удобств пассажиров—выше.

Условность этой последней оценки и является тем пунктом, который, вероятно, привлечет внимание и упреки многих критиков. В отношении оценки времени пассажиров мы имеем известный предел—среднюю зарплату, т. е. среднюю оценку рабочего времени. Но, поскольку трамвайная поездка совершается не в рабочее время и не требует трудового напряжения, каждая затраченная минута будет оцениваться ниже минуты, затраченной на работе. Насколько ниже—можно установить только условно. Еще более условна оценка удобств, предоставляемых пассажиру и зависящих от длительности перехода пешком, от степени наполнения вагона и др. Но, с другой стороны, отбросив как несостоятельный, случайный и подлежащий ликвидации критерий денежного дохода, мы убеждаемся в том, что единственно возможным критерием является только польза, приносимая пассажиру. Условность же ее оценки совершенно неустранима и показывает, что решение важнейших вопросов движения не является чисто математической задачей, а действительно зависит от того, как высоко общество само оценивает свое время и свои удобства. Автор позволил себе применить в своей книге определенную оценку времени ожидания и пребывания в вагоне, другую оценку для времени, потраченного на хождение пешком и особую оценку для неудобств, зависящих от наполнения вагона. Эти оценки базировались на некоторых житейских повседневных наблюдениях и пытались отразить среднюю оценку упомянутых элементов для средних пассажиров советских трамваев 1929/30 г. Эти оценки ни в коем случае не претендуют на абсолютное соответствие истине, даже для текущего момента, и автор был бы очень рад, если бы другие исследователи сумели более обоснованно подойти к этому вопросу и найти

более достоверные данные для такой оценки. Пока автор может себя утешить тем, что все результаты от применения данных оценок вполне пригодны для практического применения. Читатель же, со своей стороны, может произвести перерасчет всех выводов, применяя другие оценки.

Точно так же и в расходной части баланса почти везде принимались примерно средние цифры трамваев СССР за 1929/30 г., и читатель, видоизменяя те или другие измерители и статьи расхода сообразно конкретным условиям определенного трамвая, может легко получить и соответствующие выводы.

Можно было бы вести все рассуждения в алгебраических знаках и вывести в таком же виде и окончательные формулы. Однако автор знает из опыта, что подавляющее большинство читателей, в том числе и достаточно подготовленных, обычно длинных алгебраических выражений не читает, а старается перейти к изложению сущности метода и к усвоению выводов. Расчет же, произведенный на конкретном примере с измерителями, близкими большинству читателей, лучше всего содействует пониманию метода, и читатель сам без труда учтет, насколько например повышение расхода на вагоно-километр должно вызвать увеличение экономически-оптимального наполнения вагона. Только в таком смысле, в смысле примеров, подходящих для средних современных советских условий, а не в качестве абсолютных решений, следует понимать данные по каждому вопросу конкретные числовые выводы.

Второй особенностью настоящей работы, особенностью, которая, надо думать, также вызовет возражения и упреки со стороны работников трамвая, привыкших к работе на-глазок, является всестороннее использование математического аппарата для решения всех важнейших вопросов. Эти возражения, уже знакомые автору, по существу основаны только на непривычке и на новизне предложенных приемов. На самом деле применение математических методов для решения, скажем, маршрутной системы не менее обосновано чем для расчета кабельной сети. Если до сих пор математика мало привлекалась к решению важнейших задач движения, то лишь потому, что кадры работников движения, за редкими исключениями, не владеют математическим аппаратом в должной мере.

Поскольку решение основных вопросов сводится к определению экономического оптимума, то в большинстве случаев мы имеем дело с задачей нахождения максимума или минимума, что требует знания дифференциального исчисления. В ряде случаев ясное представление о вопросе получается только после применения элементов теории вероятности. Нет никаких оснований отказаться от помощи математики в вопросах движения, где основные данные для расчета — пассажирские потоки — известны с большей точностью, чем, скажем, удельное сопротивление материалов в теории сопротивления материалов.

Но, помимо указанной роли, применение математических приемов имеет и другое значение. При разборе каждой проблемы наиболее ответственным моментом является не самое разрешение задачи, а ее постановка, не решение, а составление основного математического уравнения. Мы могли бы и без математического разрешения правильно поставить вопрос, учесть не количественно, а качественно все плюсы и минусы и попытаться на-глаз найти целесообразную равнодействующую. Но при таком способе мы не только рискуем дать неправильные выводы, выпячивая некоторые стороны вопроса в ущерб другим и допуская из-за маленького плюса большие минусы, но и вообще можем ошибиться в самой постановке вопроса. Если же результаты наших рассуждений должны вылиться в четкие математически сформулированные уравнения, то ошибки, допущенные в основных логических рассуждениях, сразу, в большинстве случаев, выявятся, благодаря очевидным противоречиям в окончательной формуле. Математика в данных случаях является своеобразной проверкой логики.

Однако из сказанного вовсе не следует делать вывод, что автор считает математический метод чем-то самодовлеющим. Наоборот, автор совершенно ясно учитывает чисто служебную роль математики и необходимость базировать решение вопроса на правильных социально-политических и технических основах. Всякий технический вопрос разрешается в соответствии с социально-экономическим укладом жизни данной страны и времени. В вопросах трам-

вайного движения (эта связь выступает с полной очевидностью. Автор, как указано, исходит во всех вопросах из социалистического строя общества, отмечая в надлежащих случаях отклонения, которые должны быть учтены в условиях переходного периода или капиталистического общества. Решение многих вопросов движения, например вопросов тарифа, планировки сети, становятся существенными политическими факторами, и на них должна полностью отразиться политическая конъюнктура данного времени.

Применение математического анализа в широком масштабе было необходимо для научной постановки вопроса. В таком полном виде эта книга предназначается для высшего комсостава движения и для учащихся втузов. Но в то же время нельзя было упускать из виду интересы и потребности гораздо более широких кругов среднего и низшего технического персонала, выдвиженцев, а также квалифицированных рабочих. Вместе с тем при имеющемся налицо круге читателей было бы трудно рассчитывать на выпуск двух отдельных книг по вопросу движения. Поэтому настоящая книга изложена возможно элементарно. Автор старался работой над каждой фразой изложить сущность всех вопросов так, чтобы они были понятны наиболее широким кругам читателей. Неизбежно поэтому то, что для наиболее подготовленных читателей изложение во многих местах будет страдать излишними длиннотами. Обратно, для многих читателей останутся непонятными математические вычисления и некоторые связанные с ними трудные места. В виду этого вся книга набрана двумя шрифтами: более крупным шрифтом набраны части, доступные широким кругам читателей. Для автора особенно важно, чтобы и широкие круги читателей нашли в книге указания и разъяснения, необходимые в их работе. Насколько это действительно удалось, сможет ответить лишь массовый читатель.

Автор постарался подобрать для данной работы достаточный статистический и фактический материал, особенно по американским трамваям (на основании периодической литературы), по немецким (на основании заграничной поездки в 1928 г.) и по советским. Однако этот материал мог послужить в основном только как иллюстрация, а очень часто и как иллюстрация того, как не надо строить хозяйство.

Еще замечание о названии книги. Вместо довольно употребительного у нас термина „эксплоатация“, введено обозначение „трамвайное хозяйство“. Термин „эксплоатация“ слишком живо напоминает нам его происхождение: тех французских, бельгийских и других трамвайных концессионеров, которые действительно усиленно занимались эксплоатацией и русских рабочих и российского обывателя. На пятнадцатом году революции пора этот термин вместе с коммерцией и „коммерческой“ скоростью сдать в архив. Термин „трамвайное хозяйство“ следует понимать не в смысле описания устройства трамвая, а как изложение методов текущего ведения и организации хозяйства.

По независящим от автора причинам данная книга, написанная еще летом 1930 г., появляется в свет лишь со значительным опозданием. При бурных темпах роста нашего хозяйства многое из фактического материала сильно устарело. При корректуре книги далеко не везде удалось внести нужные исправления и привести новейший материал, но по важнейшим вопросам это сделано (§ 2 и др.).

Ряд научных вопросов, требующих теоретической или опытной проверки, остался в книге неразрешенным. Во многих случаях применены глазомерные оценки вместо недостающего опытного материала. Автор надеется, что данная книга послужит толчком к дальнейшим научно-исследовательским работам, которые позволят уточнить и исправить многие положения и коэфициенты, в ней приведенные.

В заключение сердечная признательность многим работникам трамваев, оказавшим автору значительное содействие критикой, советами и предоставлением разных материалов.

А. З.

РАЗДЕЛ I

ТРАМВАЙ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Глава I

ПОТРЕБНОСТЬ В МАССОВЫХ СРЕДСТВАХ СООБЩЕНИЯ

§ 1. Значение средств сообщения в жизни городов

В жизни современных городов массовые средства сообщения составляют совершенно неотъемлемый фактор хозяйства. Без него миллионный город распался бы на отдельные обособленные районы. Бурный, кипучий темп жизни крупного города возможен только при наличии организованного массового транспорта. Когда в суровый период 1918—1921 гг. во многих городах СССР прекратилось или сильно сократилось трамвайное движение, то и все проявления культурной и общественной жизни соответственно сократились до минимума. Только благодаря массовым перевозочным средствам растут и ширятся города, сливаясь с ближайшими рабочими пригородами и поселками, захватывая в свою орбиту зеленые площади. Если стремление к концентрации населения в крупных городах дало толчок к созданию мощных трамвайных и автобусных систем и метрополитенов, то, обратно, всякое техническое усовершенствование в этой области, ведущее к удешевлению перевозок, увеличению скорости и удобств, дает толчок к дальнейшему пространственному росту города, к расширению его пределов. Развитие современных путей сообщения позволило во многих городах осуществить стихийное стремление к расселению на окраины, за город, в районы зеленых насаждений, благодаря чему внешний облик многих современных крупных центров уже значительно изменился по сравнению с довоенным их видом. Содействуя заселению окраин, современные средства сообщения помогают изжитию жилищного кризиса и борьбе с огромной скученностью, характеризующей центральные части крупных городов. Обратно, расселение на окраины вызывает все бо́льшую потребность в транспорте.

§ 2. Число поездок на жителя в разных городах и странах в зависимости от населения

Рост потребности в перевозках с неизбежными колебаниями, зависящими от политических и экономических потрясений, происходит неуклонно во всех частях света. В Берлине в 1900 г. на каждого жителя в год на всех видах массового транспорта приходилось по 120 поездок, в 1913 г.—350, а в 1929—уже 462. В Нью-Йорке каждый житель в 1880 г. совершал 150 поездок, в 1916 г.—350, а в 1928—507. В Бостоне в 1900 г.—200 поездок, в 1910 г.—290, в 1926 г.—365. В Кельне в 1900 г.—79, в 1927 г.—339. Наибольший рост по сравнению с довоенным временем дали советские столицы. Москва и Ленинград в 1914 г. имели на жителя около 150 пассажироучастков, что соответствует приблизительно 120—125 поездкам; в 1929 г. Москва имела 314 поездок, Ленинград—304; в 1931 г. цифры получились около 480 для обоих городов.

Потребность в транспорте, выраженная числом поездок на жителя, зависит от большого количества отдельных факторов и, прежде всего, от величины населения города. Для очень малых городов, примерно до 25 тыс жителей, число поездок на жителя настолько мало, что трудно создать доста-

точно рентабельную организацию транспорта. Но для мировых центров—Берлин, Нью-Йорк, Париж, Лондон—мы имели в последние годы уже цифры порядка 500 поездок в год и выше; за вычетом детей, престарелых, инвалидов и

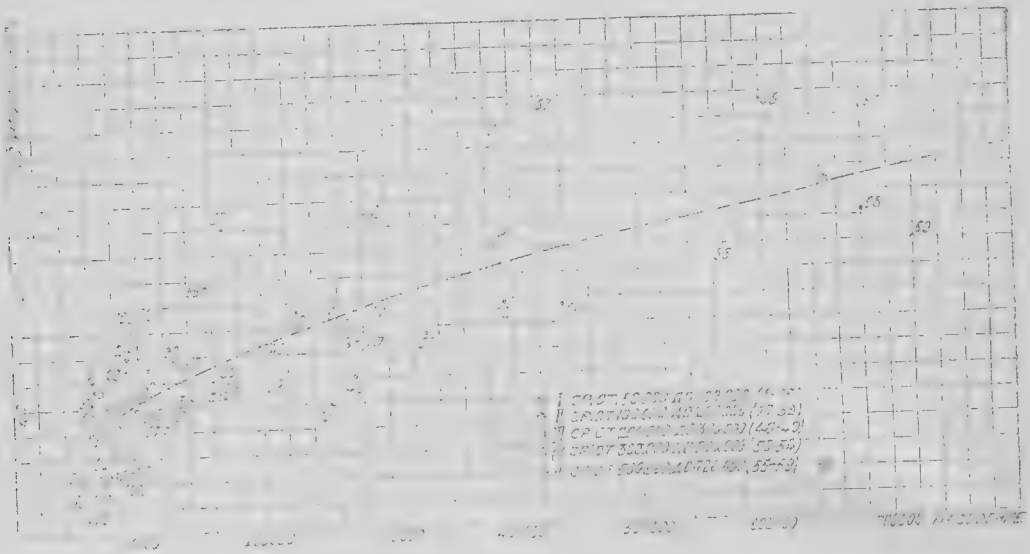


Рис. 1. График населения и числа поездок на жителя для немецких городов за 1927 г.

1. Тильзит, *2.* Иена, *3.* Гильдесгейм, *4.* Кайзерслаутерн, *5.* Трир, *6.* Бранденбург, *7.* Фленсбург, *8.* Гейльбронн, *9.* Эльбинг, *10.* Франкфурт на Одере, *11.* Ульм, *12.* Липпе, *13.* Ростерн, *14.* Регенсбург, *15.* Росток, *16.* Пфорцгейм, *17.* Гера, *18.* Дессау, *19.* Гамм, *20.* Бielефельд, *21.* Оснабрюк, *22.* Бюрнбург, *23.* Фрейбург, *24.* Потсдам, *25.* Гернен, *26.* Вермунде, *27.* Косленц, *28.* Гальдбург, *29.* Гейдельберг, *30.* Мюнстер, *31.* Дармштадт, *32.* Любек, *33.* Бонн, *34.* Эрфурт, *35.* Аахен, *36.* Брауншвейг, *37.* Карлсруэ, *38.* Аугсбург, *39.* Кассель, *40.* Данциг, *41.* Киль, *42.* Маннгейм, *43.* Гладбах, *44.* Галле, *45.* Майнц, *46.* Штеттин, *47.* Кенигсберг, *48.* Бремен, *49.* Магдебург, *50.* Хемнитц, *51.* Штутгарт, *52.* Нюрнберг, *53.* Дюссельдорф, *54.* Ганновер, *55.* Бреславль, *56.* Дрезден, *57.* Кельн, *58.* Мюнхен, *59.* Лейпциг.

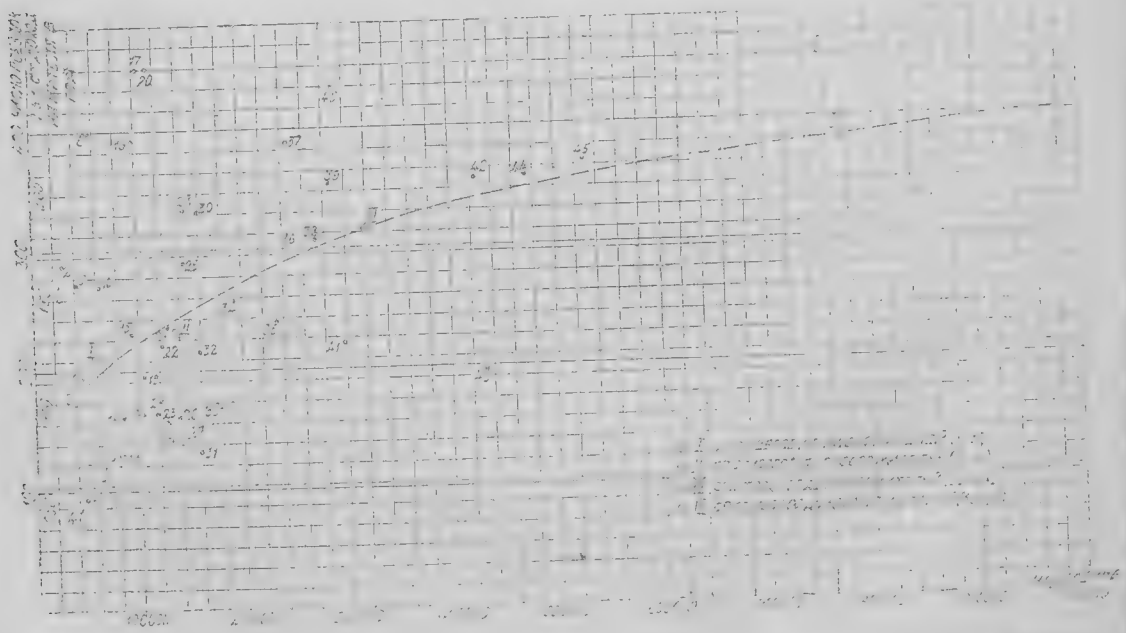


Рис. 2. График населения, число поездок на жителя и дохода от трамвая на жителя для английских городов за 1928/29 г.

1. Кольн, *2.* Роутнстол, *3.* Мейдстоун, *4.* Дувр, *5.* Четэм, *6.* Кольчестер, *7.* Дарлингтон, *8.* Бюрн, *9.* Эгзетер, *10.* Честерфельд, *11.* Линкольн, *12.* Барроу, *13.* Инсвич, *14.* Ильфорд, *15.* Ридинг, *16.* Галифакс, *17.* Вульвергэмптон, *18.* Сен-Эльнс, *19.* Саутенд, *20.* Гудерсфельд, *21.* Престон, *22.* Дербн, *23.* Вальтамстоу, *24.* Ковентри, *25.* Блэкберн, *26.* Брайтон, *27.* Ист Гем, *28.* Ольдгэм, *29.* Биркенхед, *30.* Абердин, *31.* Сэндерлэнд, *32.* Соутгемптон, *33.* Дэнди *34.* Плимут, *35.* Портсмут, *36.* Лейчестер, *37.* Сальфорд, *38.* Ноттингем, *39.* Ньюкэстль, *40.* Брэдфорд, *41.* Гулль, *42.* Эдинбург, *43.* Бельфаст, *44.* Лидс, *45.* Шеффильд, *46.* Манчестер, *47.* Ливерпуль, *48.* Бирмингам.

прочей малоподвижной части населения, на все самодеятельное подвижное население в среднем приходится по 2 поездки в день.

Чтобы изучить влияние количества населения отдельно, на прилагаемых графиках собран материал по данным последних лет для разных городов по отдельным странам в виде точек, из которых каждая для данного города дает в абсциссе — население, в ординате—число поездок на жителя.

На графике 1 даны для Германии на 1927 г. цифры по 59 городам, что составляет около 80% всего числа пассажиров, перевезенных на трамвае (исключены города с резко выраженным пригородным движением, что затемнило бы картину).

График 2 содержит материал 49 важнейших городов Англии за 1928/29 г.

График 3 дает цифры за 1927/28 г. по ряду городов Соединенных Штатов.

На графике 4 собран отчетный материал всех советских городов 1928/29 г.

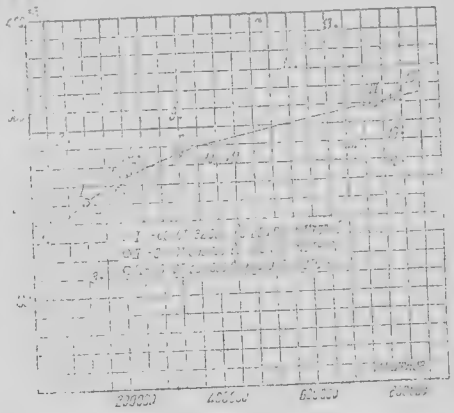


Рис. 3. График населения и числа поездок на жителя для городов САСШ за 1927/28 г.

1. Лафайет, *2* Форт Вейн, *3.* Гранд Рэпидс, *4.* Сэльт-Лэк-Сити, *5* Дейтон, *6* Ричмонд, *7.* Акрон, *8.* Дэллас, *9* Луисвилль, *10.* Цинциннати, *11.* Канзас, *12.* Сан-Франциско, *13.* Питсбург, *14.* Твин-Сити, *15.* Кливлэнд, *16.* Балтимора, *17.* Бостон, *18.* Сан-Луис.

Значительная разница, наблюдающаяся при одном и том же населении между разными городами, показывает, что количество населения не является единственно решающим фактором. Особенно резкие колебания наблюдаются при малом населении, но и города с достаточно большим населением дают между собою разницу, доходящую до 100%.

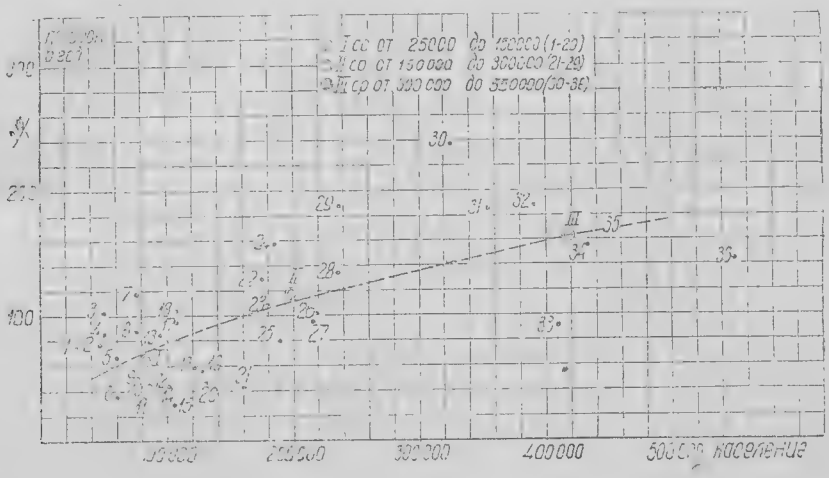


Рис. 4. График населения и числа поездок на жителя для городов СССР за 1928/29 г.

1. Евпатория, *2.* Богородск, *3.* Псков, *4.* Пятигорск, *5.* Винница, *6.* Зиновьевск, *7.* Архангельск, *8.* Севастополь, *9.* Житомир, *10.* Орел, *11.* Владикавказ, *12* Смоленск, *13.* Симферополь, *14.* Витебск, *15.* Курск, *16.* Владивосток, *17.* Николаев, *18* Калинин, *19.* Ярославль, *20.* Воронеж, *21.* Тула, *22.* Сталинград, *23.* Краснодар, *24.* Самара, *25.* Казань, *26.* Н. Новгород, *27.* Астрахань, *28.* Саратов, *29.* Днепропетровск, *30.* Тифлис, *31.* Ростов, *32.* Баку, *33.* Ташкент, *34.* Одесса, *35.* Киев, *36.* Харьков.

На данных графиках для большей ясности масштаба показаны только города с населением приблизительно до 1 миллиона жителей. Отметим дополнительно еще цифры для миллионных городов тех же стран:

1. Германия:	Берлин 1927 г.	4 100 000	жител.	— 391 поездка
	Берлин 1929 г.	4 100 000	„	— 462 „
	Гамбург 1927 г.	1 440 000	„	— 340 „
2. Англия:	Лондон 1928 г.	8 700 000	„	— 510 „
	Глазго 1928 г.	1 130 000	„	— 415 „

3. САСШ:	Нью-Йорк 1928 г.	6 300 000 жител.	— 507	поездка
	Филадельфия 1928 г.	2 060 000 „	— 343	„
	Чикаго 1928 г.	3 160 000 „	— 376	„
4. СССР:	Москва 1928/29 г.	2 300 000 „	— 319	„
	Ленинград 1928/29 г.	1 790 000 „	— 304	„

Если в каждой из указанных четырех стран собрать в группы города с определенными пределами населения (до 100 тысяч, от 100 до 300 тысяч и т. д.) и для каждой группы подсчитать среднее взвешенное число поездок при средней цифре населения, то по каждой стране получится несколько точек, и по ним можно построить определенную плавную кривую, в которой колебания внутри отдельных групп уже сглажены. Получается как бы графический закон зависимости числа поездок от количества населения. В городах с населением свыше 1 миллиона жителей мы имеем для каждой страны еще две, три точки вне графика. Эти четыре графика для разных стран между собою отчасти

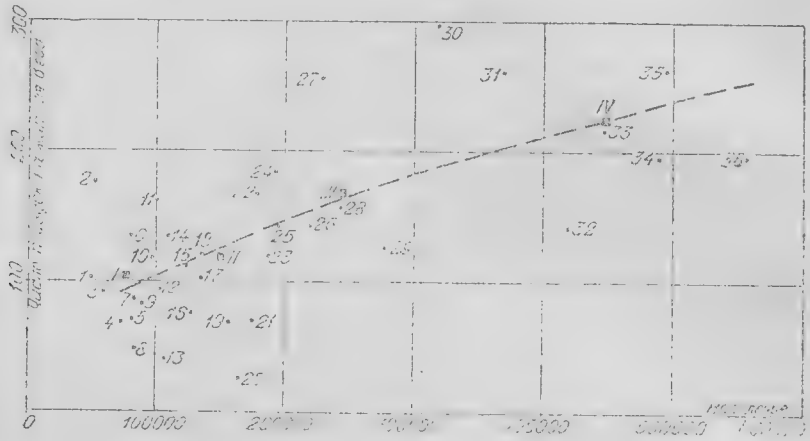


Рис. 4-а. График населения и числа поездок на жителя для городов СССР за 1928/30 г.

1. Могилев, *2.* Псков, *3.* Винница, *4.* Зиновьевск, *5.* Севастополь, *6.* Орел, *7.* Владикавказ, *8.* Симферополь *9.* Архангельск, *10.* Витебск, *11.* Курск, *12.* Николаев, *13.* Владивосток, *14.* Калинин, *15.* Воронеж, *16.* Ярославль, *17.* Пермь, *18.* Минск, *19.* Сталино, *20.* Свердловск, *21.* Тула, *22.* Краснодар, *23.* Сталинград, *24.* Самара, *25.* Казань, *26.* Астрахань, *27.* Днепропетровск, *28.* Саратов, *29.* Н. Новгород, *30.* Тифлис, *31.* Ростов на-Д. *32.* Ташкент, *33.* Одесса, *34.* Баку, *35.* Харьков. *36.* Киев.

схожи; вначале число поездок увеличивается довольно быстро вместе с ростом населения, а затем повышение идет все медленнее (рис. 5).

Если N — население города, P — общее число поездок в год, $p = \frac{P}{N}$ — поездки на жителя в год, то характер кривой $p = f(N)$, показанный на графиках 1—4, можно с известным приближением выразить формулами вида

$$p = A \lg N + B \text{ или}$$
$$p = AN^{\alpha} \text{ или}$$
$$p = \frac{A \cdot N}{N + B}$$

Все эти формулы не вполне удовлетворительны, но характер зависимости достаточно ясен.

Чрезвычайно интересно отметить, что максимальные числа поездок получаются в Англии, далее идет Америка, затем Германия и от всех их сильно отстает СССР. Так, для населения в 500 тысяч из указанных кривых имеем: для Англии—350 поездок, для САСШ—275 поездок, для Германии—235, для СССР—175. При 100 тысячах жителей имеем: для Англии—220, САСШ—200, Германии—105, СССР—80.

Указанный цифровой материал относится к периоду 1927—29 г., т. е. к периоду относительной и временной стабилизации капитализма и окончанию восстановительного периода в СССР. Но данные последних двух лет дают как-раз обратную картину. Для СССР за 1929/30 г. на графике 4-а собран материал всех трамваев, и мы видим, что эта кривая, по сравнению с кривой 1928/29 г.,

сделала скачок вверх на 35%, достигнув уровня Германии 1927 г. (при 100 000 жителях — 110 поездок, при 500 000—230 поездок). За 1931 г. пока еще собранных статистических выводов не имеется, но полученные автором отрывочные сведения по разным городам показывают, что против 1929/30 г. произошел дальнейший скачок на 35—40%, т. е. получаются цифры, близкие к САСШ и Англии 1928 г. Таково влияние ликвидации безработицы, огромной социалистической стройки, резкого поднятия уровня средней зарплаты. Обратно, в странах капитала последние два года дали огромное снижение числа поездок, составляющее по Германии 30 — 40% (1931 г. против 1929 г.), по САСШ — 10 — 20% (1931 г. против 1930 г.). Таково влияние кризиса, колоссальной безработицы, обнищания городов и общего разложения капиталистического общества.

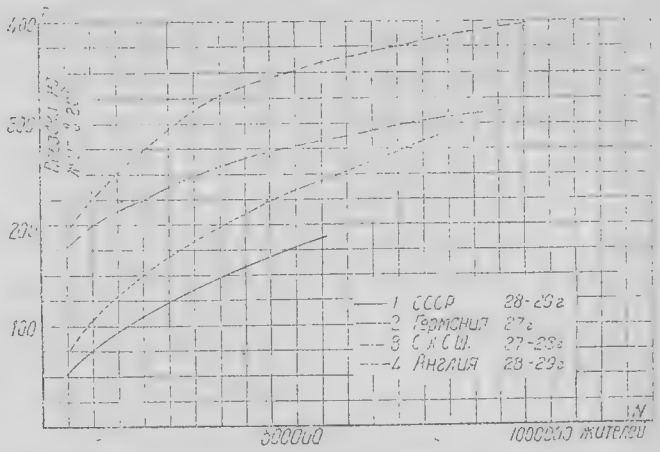


Рис. 5. Объединенный график зависимости числа поездок от населения для разных стран*

Снизу вверх идут кривые: *1*. СССР—за 28—29 г. *2*. Германия за 27 г. *3*. САСШ—за 27—28 г. *4*. Англия—за 28—29 г.

Для полноты картины приводим еще данные по разным городам других стран (таблица 1).

Таблица 1

Население и число поездок для разных городов

(кроме Англии, САСШ, Германии и СССР)

№№ по порядку	Страна	Город	Население N	Поездок в год P	Поездок на жителя в год p
1	Франция	Париж — 1928 г.	4 630 000	1 892 000 000	409
2	Австрия	Вена — 1927 г.	1 900 000	639 000 000	336
3	Япония	Токио — 1927 г.	3 837 000	935 000 000	243
4	„	Осака — 1927 г.	2 115 000	309 000 000	146
5	„	Нагойя — 1927 г.	769 000	99 100 000	129
6	„	Киото — 1927 г.	880 000	97 000 000	143
7	„	Кобе — 1927 г.	644 000	101 700 000	158
8		Иокогама — 1927 г.	406 000	48 000 000	118
9	Канада	Монреаль 1927 г.	907 000	211 800 000	233
10	„	Торонто — 1927 г.	750 000	204 000 000	272
11	„	Виннипег — 1927 г.	250 000	60 000 000	240
12	Австрия	Мельбурн — 1927 г.	912 000	224 000 000	246
13	„	Сиднеи — 1922 г.	641 000	220 000 000	343
14	„	Брисбэн — 1927 г.	230 000	78 000 000	340
15	Куба	Гавана — 1926 г.	568 000	100 000 000	178
16	Голландия	Амстердам — 1928 г.	730 000	161 000 000	220
17	„	Ротердам — 1928 г.	580 000	96 000 000	166
18	„	Гаага — 1928 г.	490 000	80 000 000	163
19	Чехо-Словакия	Прага 1928 г.	676 000	227 000 000	336
20	Дания	Копенгаген 1928—29 г.	586 000	150 400 000	257
21	Швеция	Стокгольм — 1928 г.	450 000	126 000 000	280
22	Португалия	Лиссабон — 1928 г.	490 000	104 600 000	213
23	Юж. Африка	Кейптаун — 1927 г.	207 000	41 500 000	200
24	Мексика	Г. Мексико — 1927 г.	615 000	113 600 000	184

§ 3. Влияние разных факторов на число поездок

Помимо величины населения, ряд других факторов вызывает резкие разницы между числами поездок и для городов с одинаковым количеством населения. Огромную роль играет при этом территория города. В сущности говоря, влияние числа населения объясняется прежде всего тем, что большему населению обычно соответствует и бо́льшая территория. Как увидим ниже, средняя дальность поездки и кривая распределения пассажиров по дальности стоят в прямой зависимости от площади города. Между тем, при малой дальности теряется большой процент пассажиров, которые предпочитают пройти километр-два пешком, чем дожидаться трамвая или автобуса. В малых городах много пешеходов, и процент едущих в общем числе сообщений значительно меньше, чем в городах больших.

Понятно, что огромную роль играет не только арифметическая величина площади города, но и его геометрическая форма, размещение жилых районов, учреждений, предприятий, зрелищных предприятий, вокзалов и т. д., расположение рек, озер, садов и пр. При одинаковой площади город продолговатой формы будет иметь больше поездок, чем круглый; город, разделенный большой рекой или пустырем на две части, будет иметь большее число поездок, чем сплошь заселенный. Особенно большое количество поездок получается, если жилой район сконцентрирован в одной части города, а учреждения или предприятия—в другой.

В небольших городах довольно большое число пассажиров получается часто от сообщения между городом и вокзалом, если последний, как это нередко бывает, удален от города.

Очень важен возрастный состав населения. Дети и престарелые дают мало поездок и резко снижают среднюю душевую норму. В этом также скрыта одна из причин большого числа поездок для крупных городов, в которых доля населения трудового возраста больше, чем в городах провинциальных.

Не меньшую роль для подвижности населения играет социальный состав его. Наибольшее количество поездок в массовых перевозочных средствах дается в первую очередь трудовым населением. Отставной чиновник, рантье дают мало поездок. Высшие слои населения пользуются преимущественно частным транспортом. Если число поездок в Ленинграде и Москве особенно резко возросло против довоенного, то это объясняется в немалой мере именно изменением в составе населения, резким после революции преобладанием трудового элемента.

Города, имеющие большое народнохозяйственное значение, города промышленные, портовые, крупные административные центры—отличаются относительно большим числом поездок. Так Харьков с 459 тысячами жителей имел в 1928/20 г. больше поездок (168), чем Киев с 550 тысячами жителей (142 поездки). Из немецких городов, например тихий Брауншвейг, при 170 тысячах жителей, дает 107 поездок, а промышленный Карлсруэ при таком же населении—2[4] поездки.

Разумеется, и культурный уровень населения играет немаловажную роль. Все поездки данного населения мы можем разбить на две группы — поездки на работу и с работы, обычно падающие на определенные часы дня, и прочие поездки, обслуживающие преимущественно культурно-бытовые нужды населения. Если возрастный и социальный состав населения влияют преимущественно на поездки первой группы, то культурный уровень населения влияет на вторую категорию поездок. Не случайно, например, то явление, что из городов СССР Ташкент с 410 тысячами жителей имел в 1928/29 г. всего 92 поездки на душу населения, а Ростов с 357 тысячами жителей имел вдвое больше — 185 поездок.

Материальное благосостояние, в свою очередь, оказывает немалое влияние на подвижность населения. Чем выше средний заработок трудового населения, тем больше у него возможность совершать добавочные поездки, помимо обязательных (на работу и с работы), тем меньше процент пешеходного движения. Этот фактор больше влияет на поездки нетрудовые, чем на поездки обязательные, и на поездки малой длины значительно больше, чем на дальние поездки, которые пешим хождением заменить труднее.

Отметим далее роль приезжих—туристов или деловых людей,—составляющих среди пассажиров во многих больших городах довольно крупный процент. Приезжие дают не по 1—2 поездки на душу, а по 10 и больше в день, сильно повышая среднее душевое число поездок. Заметный процент приезжих наблюдается на трамваях и автобусах Москвы и, вероятно, благодаря этому, Москва имеет несколько большее число поездок на жителя, чем Ленинград. Среди немецких городов в этом отношении характерны, например, Гейдельберг, Потсдам, Кельн, дающие большое число поездок среди равных по населению городов благодаря, в первую очередь, широкому притоку туристов.

Причиной, вызывающей значительный рост поездок, часто в последние годы является жилищный кризис, невозможность подыскать жилище поблизости от места работы. Совершенно не случайно в больших городах, где жилищный кризис сказывается более болезненно, наблюдается наибольшая потребность в перевозках.

Таковы факторы, влияющие на число поездок и зависящие от населения, его состава, благосостояния и т. д.

Инженер Гумбель („Verkehrschronik", 1929 г. № 29), анализируя соответствующий материал немецких городов, указывает, что по числу поездок на жителя идут в первую очередь города промышленные, затем города с большим числом приезжих, затем административные центры, и в последнюю очередь—города, расположенные в аграрных районах. Поскольку короткие поездки гораздо легче могут быть заменены пешеходным движением и потому больше зависят от всех добавочных факторов,—постольку число поездок в крупных центрах гораздо устойчивее и колеблется в меньших пределах, чем в малых городах; поэтому мы на графиках 1—4 и видим для малых городов рассеяние точек, гораздо большее, чем для городов больших.

Но если спрос рождает предложение, то, обратно, сам спрос чрезвычайно зависит от наличия и характера предложения транспортных услуг. На развитие потребности в массовом транспорте будут оказывать влияния все те стороны деятельности трамвая (или другого вида транспорта), которые интересуют пассажира. Достаточная разветвленность сети путей, создающая возможность из любой точки быстро дойти до трамвая; удобная система маршрутов, позволяющая передвигаться с минимальным числом пересадок; удобные места остановок и достаточная их густота; частота движения и регулярность его, сокращающая долгое ожидание; достаточное число вагонов, устраняющее их переполнение; скорость сообщения, вне которой средства транспорта теряют для пассажиров всякое значение; величина платы за проезд—все это факторы, от которых в значительной степени зависит объем перевозок. Влияние этих факторов на число поездок будет нами ниже изучено подробно.

Потребность в массовых перевозках зависит, наконец, и от средств индивидуального транспорта. Не следует преувеличивать значения этого фактора. В Америке, имеющей уже сейчас 189 легковых машин на тысячу душ населения, начиная с 1923 г. число пассажиров на трамваях, автобусах и метрополитенах держалось почти не уменьшаясь, на рекордной цифре—11 800 000 000 в год, до 1929 г., а только кризис вызвал резкое сокращение как массового, так и индивидуального транспорта. По обследованиям, произведенным в некоторых крупных городах, число лиц, проезжающих на работу или в центральную часть города на частном автомобиле, составляет сравнительно небольшой процент. Так, в Чикаго из 96 тысяч посетителей крупных магазинов в центре города только 8% приехали на своем автомобиле и 1,1% на такси. В Мильвоки из 127 тысяч рабочих и служащих только 12% приезжает на автомобиле, в Детройте — 20%.

Остановка роста массовых перевозок в Америке все же вызвана частным транспортом. Крупнейшие города, имеющие пути скорых сообщений и продолжающие развивать их, сумели продолжить рост массовых средств сообщений, несмотря на конкуренцию автомобиля. Но другие малые и крупные города, не имеющие скорых путей сообщения и вынужденные развивать только трамвай и автобус, показывают заметное снижение поездок. Так, Детройт имел в 1920 г.—310 поездок, в 1928 г. – 258. Вероятно, только широким распространением частного автомобиля можно объяснить то, что в САСШ число поездок на жителя меньше, чем в Англии.

Подводя итоги всего числа пассажиров, перевезенных за год трамваем, метрополитеном и автобусом во всем мире, получим следующую таблицу (в круглых цифрах):

САСШ	11 800	миллионов	(1929 г.)
Англия	4 800	„	(1928 г.)
Германия	4 100	„	(1928 г.)
СССР	2 100	„	(1928/29 г.)
СССР	4 000	„	(1931 г.)
Испания	500	„	(1928 г.)
Австрия	900	„	(1928 г.)
Бразилия	600	миллионов	(1927 г.)
Канада	800	„	(1928 г.)
Япония	1 600	„	(1927 г.)
Прочие страны	10 000	„	—
Итого	37 200	миллионов	

Одни Соединенные Штаты, как мы видим из этой таблицы, перевозят 32% всего мирового оборота.

§ 4. Перспективы развития массового транспорта в СССР

Каковы перспективы развития трамвая и других средств массового транспорта в СССР?

Бурный рост индустриализации СССР, увеличение населения старых городов, сооружение большого числа новых трамваев, стройка многих новых городов социалистического характера дают огромную базу для развития трамваев. В то же время рост благосостояния и покупательной способности населения, его культурного уровня и подвижности, а также увеличение существующих перевозочных средств (расширение сети, рост числа вагонов)—все это дает основание для значительного роста числа поездок на каждого жителя. Уже 1931 г. дает увеличение против 1928/29 г. почти вдвое.

Приходится нередко слышать, что в связи с районированием городов с расселением трудящихся вблизи от места работы, с переносом центров культурного обслуживания в рабочие районы сократится потребность в поездках. „Архи-левые“ планировщики полагают, что в социалистическом городе трудящийся сможет удовлетворить все свои материальные и культурные потребности в своем доме-коммуне и никуда ездить не будет. Подобные рассуждения вытекают из архи-мещанского, по существу, представления о социалистическом быте, в котором якобы будет стерто все индивидуальное и утеряны все личные потребности. Общество будущего на деле будет, конечно, далеко от этого „идеала“. Оно будет обществом людей, проявляющих полностью свою личность, имеющих каждый свой разнообразный круг культурных, технических и других интересов, что вызывает частые передвижения для обогащения своего кругозора новыми знаниями и впечатлениями. Совершенно реакционным по существу, хотя и революционным на словах, является также теория о распаде крупных городов на небольшие районы. Чем выше уровень культуры широких масс, тем резче будет выявляться стремление использовать максимум культурных богатств, которые может предоставить большой город, а не только те возможности, которые доступны в своем квартале. И жилищные задачи не могут и не должны решаться по линии наименьшего сопротивления, постройкой жилых кварталов, хотя бы на болоте, но близко к своему заводу.

Вполне понятно, что ряд совершенно излишних, вынужденных дальних поездок, наблюдающихся в настоящее время, сократится при уменьшении жилкризиса. Но надо также иметь в виду, что огромные размеры многих новых предприятий и характер производства в большинстве случаев не дает возможности рабочим селиться так близко, чтобы можно было дойти до места работы пешком. Далее, улучшение материального благосостояния должно, даже в случае сокращения вынужденных поездок трудящихся, сильно повысить число поездок культурно-бытовых. Строя заводы там, где это выгодно, а жилища—в наиболее здоровых районах, общество будущего будет всемерно улучшать средства сообщения, а не уступать расстоянию сжиманием удовлетворения всех жизненных запросов в рамках своего квартала.

Более серьезен вопрос о том, какой вид транспорта имеет наибольшие возможности развития—индивидуальный или массовый. За индивидуальным транспортом несомненно огромное преимущество—скорость, вызываемая отсутствием остановок в пути. По мере поднятия благосостояния населения, пер-

вонначальная стоимость машин перестанет быть существенным тормозом для пользования ими. Более существенным является довольно высокая стоимость поездки в своем автомобиле. В Америке в среднем такая поездка обходится в 5—10 раз дороже поездки в трамвае. Серьезную роль играет и то напряжение силы и воли, которое приходится развивать при езде за рулем и которое имеет особенное значение до и после работы. Вследствие этого и в Америке автомобиль в гораздо большей мере служит для прогулок, нежели для деловых поездок. Однако решающим фактором будет здесь чрезвычайная перегрузка улиц огромным потоком автомобилей. Это вызовет такое замедление всего движения, что увеличение скорости частного автомобиля, по сравнению с трамваем или автобусом, окажется иллюзорным.

Такое положение наблюдается во всех крупных и даже средних городах Америки, где улицы перегружены автомобилями, так сказать, движущимися черепашьим шагом, с остановками у каждого перекрестка, и где, приехав к месту назначения, автомобилист должен за километр искать гаража, чтобы оставить там машину и остальной путь проделать пешком или трамвае. Тем более нельзя рассчитывать на особое развитие индивидуального транспорта в условиях планового организованного общества. Основным способом перевозок несомненно останутся массовые средства сообщения, позволяющие перевозить огромные количества пассажиров без особой загрузки улиц.

Все же новые условия быта, дома-коммуны, в которых живут рабочие одного завода, одного цеха, создадут и совсем новый вид транспорта, соединяющий преимущества индивидуального и массового. Для такого дома может быть подан ряд автобусов, которые повезут рабочих на завод без задержки в пути, с минимальными расходами и минимальной загрузкой улиц. В хозяйственном отношении это будет также очень выгодная операция, так как автобусы, перевезя данную группу рабочих, смогут быть использованы в течение всего дня на других перевозках.

§ 5. Дальность поездки

Потребность населения в транспорте, выражается не только числом поездок, но и дальностью их. Работа транспорта определяется не только или, точнее, не столько числом перевезенных пассажиров, сколько общей суммой километров, пройденных всеми пассажирами, т. е. суммой пассажиро-километров. Если эту сумму поделить на число пассажиров, то получится средняя длина поездки.

Эта величина, как и число поездок, возрастает вместе с ростом населения и стоит в прямой зависимости от площади города и его геометрической формы. К сожалению, статистика большинства предприятий местного транспорта не дает достаточного материала для исчисления этого показателя, являющегося по существу столь же важным, как и число поездок. В распоряжении автора имеется только несколько цифр, освещающих этот вопрос.

В Берлине средняя длина поездки в трамвае (1928 г.) — 4,4 *км*, в автобусе—4,8 *км*, на городском метрополитене — 5,6 *км*, на железнодорожном метрополитене (1926 г.)—около 8 *км*, так что в среднем получается около 6,1 *км*. В ленинградском трамвае длина поездки была в мае 1929 г. — 3,58 *км*, в ноябре 1929 г. после введения единого тарифа и изменения маршрутной системы — 3,97 *км*, а в феврале 1931 г.—3,75 *км*. В московском трамвае в январе 1930 г.—3,8 *км*. Город Глазго (1924) имеет длину поездки, равную 3,15 *км*. Кроме того, в нашем распоряжении имеются некоторые довоенные цифры по Германии: Франкфурт—3 *км*, Ганновер — 2,8 *км*, Дюссельдорф—2,4 *км*, Галле — 2,2 *км* и довольно малодостоверные данные о некоторых советских городах за 1928/29 г.: Астрахань — 2,1 *км*, Самара — 2,7 *км*, Владикавказ—2,03 *км*.

Попытаемся теоретически определить, какова должна быть средняя длина поездки при заданной величине территории города и его форме. Для этого делим весь город на малые участки и полагаем что жители каждого участка сообщаются со всеми остальными участками. Не следует забывать, что плотность населения в разных частях города различна, а именно: в центре гораздо больше, чем на окраинах. Но не только по плотности населения, но и вообще по притягательной силе учреждений, торговых и культурных пунктов — центр значительно превосходит окраины. Вследствие этого плотность отдельных участков принято считать убывающей от центра к окраинам в отношении 1 : (0,15—

0,20). Таким образом, число поездок между участками A_1 с площадью f_1 и плотностью p_1 и A_2 с площадью f_2 и плотностью p_2 — принято равным $C \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot f_1 \cdot f_2$, где C — множитель пропорциональности.

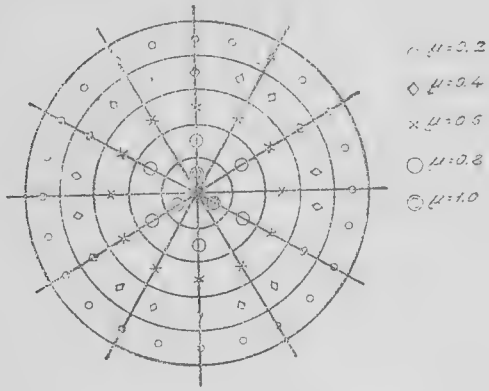


Рис. 6. Метод расчета средней дальности поездки для города с радиально-круговой сетью путей.

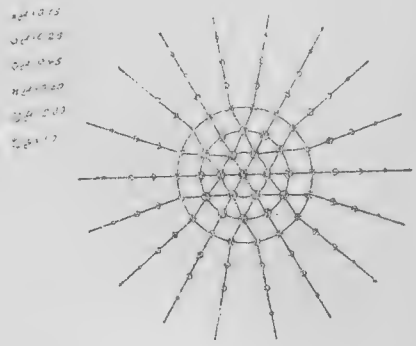


Рис. 7. Метод расчета средней дальности поездки для города с рационально-круговой сетью путей и неполным числом кругов.

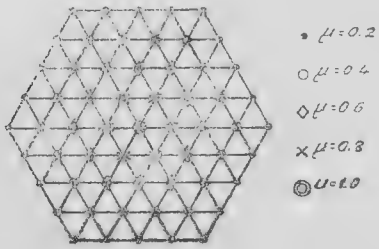


Рис. 8. Метод расчета средней дальности поездки для города с шестиугольной сетью путей.

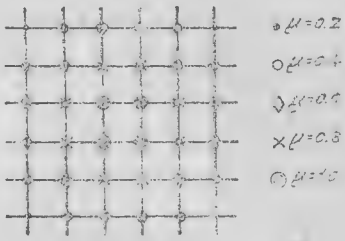


Рис. 9. Метод расчета средней дальности поездки для города квадратной формы с прямоугольной сетью путей.

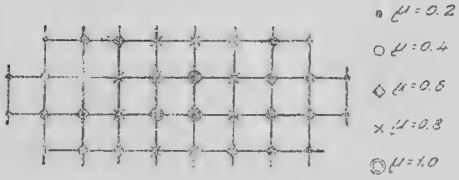


Рис. 10. Метод расчета средней дальности поездки для города прямоугольной формы с прямоугольной сетью.

Исходя из такой, вполне правдоподобной гипотезы, разбиты на участки и выяснена длина поездок для городов разной формы (рис. 6 7, 8, 9, 10):

1) город круглой формы, с радиально-круговой системой сообщений (рис. 6);

2) город круглой формы, но с этой разницей, что круговые сообщения существуют в районе близком к центру, а далее имеются только радиусы (рис. 7);

3) город шестиугольной формы, с системой путей сообщения по трем направлениям под 60° друг к другу (рис. 8);

4) город квадратный, с прямоугольной сетью путей (рис. 9);

5) город прямоугольный, с такой же сетью путей (рис. 10).

Для каждого из этих городов построена кривая, показывающая процентную разбивку всего количества пассажиров по длине их поездок в виде абсциссы, изображающей не абсолютную длину поездки, а отношение ее к среднему эквивалентному диаметру города D^2_0, который для круглой формы равен диаметру, а для всякой другой формы определяется из площади F по формуле

$$\frac{\pi}{4} D^2_0 = F.$$

Результаты подсчетов даны на рис. 11.

Характер этих кривых довольно схож. По ним мы можем определить и средние длины поездок, которые в отношении к эквивалентному диаметру D_0 получаются:

1) для города круглой формы $L_m = 0{,}41\ D_0$;

2) то же, но с сокращенным числом кругов $L_m = 0{,}38\ D_0$;

3) для города шестиугольной формы $L_m = 0{,}40\ D_0$;
4) для города квадратного $L_m = 0{,}55\ D_0$;
5) для города прямоугольного $L_m = 0{,}57\ D_0$.

Проверяя эти выводы на примерах вышеназванных городов, мы получаем нижеследующую таблицу 2.

Таблица 2

Дальность поездки разных городов

№№ по порядку	Город	Площадь F	Средний диаметр D_0	Длина поездки	
				Теоретическая $L_m = 0{,}4D_0$	Действительная
1	Берлин	800	32,0	12,8	6,1
2	Ленинград	266	18,5	7,4	3,97
3	Москва	234	17,3	6,9	3,8
4	Глазго	150	13,9	5,55	3,15
5	Франкфурт	135	13,2	5,3	3,0
6	Ганновер	131	13,0	5,2	2,80
7	Дюссельдорф	100	11,3	4,5	2,40
8	Астрахань	30	6,2	2,5	2,10

Таким образом, действительные результаты лежат ниже теоретических, и тем ниже, чем больше город. Это объясняется очевидно тем, что вероятность дальних поездок, в виду необходимости значительной затраты времени, падает резче, чем по построенной кривой. Сообщение с близкими участками всегда чаще, чем с дальними одинаковой плотности.

Для Ленинграда, благодаря детально поставленной на тамошнем трамвае статистике, мы имеем возможность сравнить с теорией не только общий итог средней длины поездки, но и всю кривую распределения поездок по дальности (рис. 11). Количество поездок дальнего сообщения на деле значительно меньше, чем можно было бы предполагать по теоретической кривой, именно, в виду необходимости большой затраты времени на поездку. Кривая распределения пассажиров по дальности будет зависеть не только от территории города, но и от качества самой системы средств сообщения. Удобная маршрутная система и большая скорость дают стимул к росту числа пассажиров дальнего следования. Частое движение поощряет коротко следующих пассажиров; при редком движении они предпочитают ходить пешком. Немалую роль играет здесь и тариф. Участковый тариф имеет стремление к увеличению числа коротко следующих пассажиров, единый тариф—дальних. Интересно в этом отношении сравнить две кривые распределения пассажиров по дальности для Ленинграда: первая в апреле 1929 г., при участковом тарифе; вторая в ноябре того же года, при едином тарифе и значительно расширенной маршрутной системе (рис. 12).

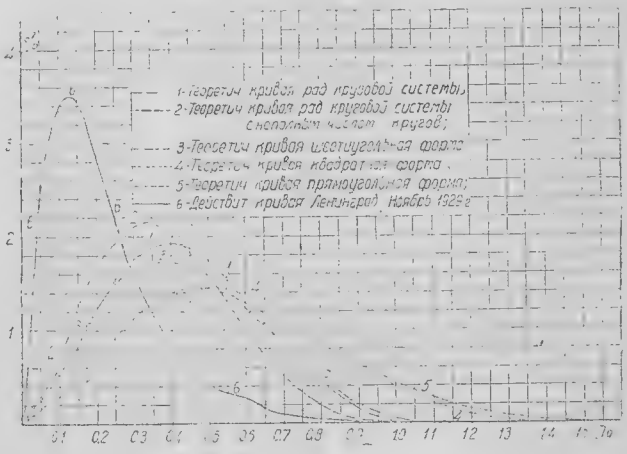


Рис. 11. Зависимость числа пассажиров от дальности поездки для городов разной формы.

Если изобразить на диаграмме (рис. 13) точки, соответствующие вышеназванным городам (табл. 2), причем абсциссой является D_c, а ординатой L_m, то получим ряд точек, позволяющих вывести как практическую среднюю следующую формулу:

$$L_m = 0{,}8 + 0{,}165\ D_0,$$

или

$$L_m = 0{,}8 + 0.185\ \sqrt{F}$$

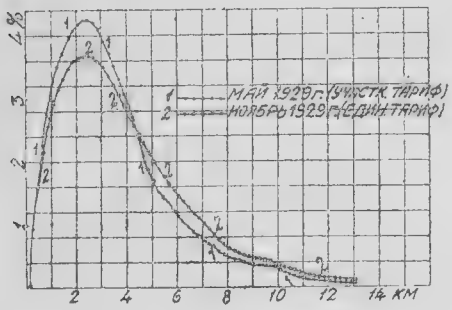


Рис. 12. Зависимость числа пассажиров от дальности поездки для Ленинграда.

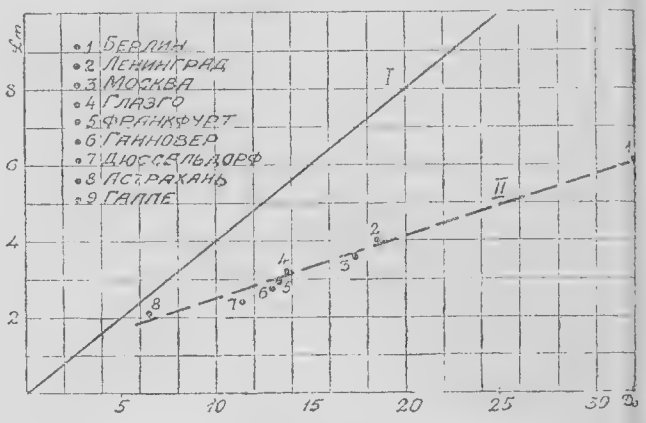


Рис. 13. Зависимость средней дальности поездки от среднего эквивалентного диаметра города.

I. Теоретическая кривая $L_m = 0{,}4\ D_0$, II. Практическая кривая на основании данных некоторых городов.

Эта формула, составленная на основании грубых приближений, может иметь только совершенно ориентировочный характер. Результаты ее правдоподобны, но в каждом отдельном случае могут быть существенные отклонения.

Переводя площадь на население и полагая 7 000 жителей на квадратный километр в среднем, получаем подобную формулу:

$$L_m = 0{,}8 + 0{,}0022\ \sqrt{N}$$

Кривые $L_m = f\ (F)$ и $L_m = f\ (N)$ — показаны на рис. 14.

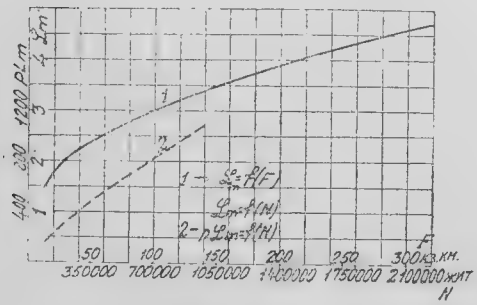


Рис. 14. Зависимость средней дальности поездки и числа пассажиро-километров на жителя от площади и населения.

1. Зависимость средней дальности поездки от площади и населения города, 2. Зависимость числа пассажиро-километров на жителя от населения города для Германии 1927 г.

Базируясь на данной сугубо ориентировочной формуле и учитывая эмпирически вычисленные выше кривые зависимости числа поездок от количества населения, мы можем найти кривую зависимости числа годовых пассажиро-километров на душу от количества населения города.

На фиг. 14 показана такая кривая для Германии в 1927 г.

Число пассажиро-километров на душу населения возрастает, хотя и не пропорционально величине населения, но значительно быстрее, чем число поездок, обычно фигурирующее в статистике. В итоге общая работа транспорта возрастает почти пропорционально квадрату величины населения.

Глава 2

ВИДЫ МАССОВОГО ТРАНСПОРТА

§ 6. Сравнительная характеристика трамвая, метрополитена и автобуса

Было время, когда единственным средством массового транспорта в городах была запряженная в фургон лошадь. Работа этой лошади значительно улучшилась, когда фургон поставили на рельсы и назвали его вагоном. В то же время, с середины прошлого столетия стали сооружать в ряде городов тоннели или эстакадные пути, по которым пускались паровые поезда для обслуживания городских и пригородных пассажиров.

Последний фургон—конный автобус—давно ушел в музей. Последняя конная железная дорога окончила существование, по сведениям автора, в 1917 г. в Петрограде. Паровые сообщения на собственном полотне внутри городов стали редкостью, особенно после электрификации венской, гамбургской и берлинской Stadtbahn. В век автомобиля и электричества указанные три типа массовых сообщений заменены соответственно автобусом, трамваем и внеуличными скорыми путями сообщения— подземными или надземными, так называемым метрополитеном. (Hoch-und Untergrundbahn, Schnellbahn, Rapidtransit, Métro, Underground, Elevated).

Для того чтобы иметь возможность разобраться в горячем споре, развертывающемся по вопросу о применении того или иного вида транспорта, необходимо выяснить основные сравнительные характеристики каждого из них как с точки зрения пассажира, так и с точки зрения экономики.

Для пассажира важнее всего скорость сообщения. В этом отношении трамвай и автобус стоят приблизительно на одинаковом уровне. Если в трамвае максимальная скорость обыкновенно несколько выше, чем на автобусе (33—36 *км* в час против 30), то автобус вообще развивает большее ускорение и, кроме того, благодаря меньшей емкости, имеет меньший оборот и меньший простой на остановках. В Ленинграде и в Москве как трамвай, так и автобус, имеют скорость сообщения около 15 *км* в час. В Америке и тот и другой дают приблизительно ту же скорость при значительно меньших расстояниях между остановками. Гораздо бо́льшие скорости дают внеуличные средства сообщения, не связанные с ограничением скоростей с точки зрения безопасности (60—80 *км* в час максимально) и допускающие значительно бо́льшие расстояния между остановками (700—1 500 *м*). Эффект в смысле скорости сообщения получается в прямой зависимости от разбивки остановок. При 700—800 *м* на берлинской Hoch-und Untergrundbahn и на венской Stadtbahn скорость сообщения равняется 23 *км* в час, при 1 500 *м* на Stadtbahn в Берлине после электрификации скорость достигает 30 *км* в час.

По пропускной способности линии в одном направлении в час автобус далеко не так мощен, как трамвай. Даже двухэтажные или даже шестиколесные автобусы на 60 мест, при частоте 30 сек могут перебросить в час не более 7 тысяч пассажиров, тогда как в трамвае, принимая трехвагонные составы с нагрузкой 250 человек в поезде и допуская интервал в 45 сек., получаем 20 тысяч пассажиров в час. Фактически цифра 18 тысяч в час в одном направлении наблюдается ежедневно на проспекте 25 Октября в Ленинграде, на Leipziger Strasse и Potsdamerstrasse в Берлине и т. д. Еще гораздо более высокие цифры получаются на метрополитенах. При длине посадочных площадок в 108 *м* (что позволяет иметь поезда из шести вагонов по 18 *м* длиной и емкостью до 150 человек) и при частоте 1,5 минуты, можно в час пропустить около 36 тысяч человек в одном направлении; а при более длинных составах и широких вагонах — до 50 тысяч и больше.

По первоначальным затратам наиболее дешевым является автобус. При существующих в настоящее время в СССР ценах, на каждый миллион перевозимых в год пассажиров основной капитал автобуса должен составить около 110—120 тысяч рублей. На трамвае эта цифра в значительной мере зависит от густоты движения. При очень густом движении, например в ленинградском и московском трамвае, указанный основной капитал составляет 150 тысяч руб. и меньше. При очень редком движении на сравнительно (с числом вагонов) большой длине путей, основной капитал может дойти до 300—400 тыс. рублей на каждый ежегодный миллион пассажиров.

Значительно более высокие цифры капитала, находящиеся в зависимости от местных условий, требуются на метрополитенах. При цене километра от 2—3 миллионов рублей до 10—15 миллионов рублей, в зависимости от того, идет ли речь об эстакадной или подземной конструкции, на перевозку одного миллиона пассажиров в год требуется затрата в 600 000—3 000 000 рублей.

Максимум текущих расходов дает автобус, следующим идет трамвай, наименьшими являются расходы на метрополитенах. В СССР себестоимость перевозки пассажира в трамвае от 4 коп. (Ленинград) до 6 коп., в автобусе — 11—13 коп. при меньшей в среднем длине поездки. В Берлине трамвайный пас-

сажир, обходится 10,5 пф., автобусный — 16, пассажир и Hoch-und Untergrundbahn,—13 пф. при значительно большей длине поездки. При этом следует учесть, что крупных городов с движением исключительно автобусным нет. Везде автобус, работая преимущественно в центре города, где нагрузка весь день равномерна, имеет возможность лучшего использования машины, чем другие средства сообщения, вынужденные считаться с резкими приливами и отливами пассажиров.

Из двух уличных видов сообщения, трамвай, благодаря большей емкости поездов, гораздо менее загружает улицу, чем автобус, при одинаковом числе пассажиров (по данным проф. Giese в полтора раза), но при густом движении требует почти полного выделения трамвайной полосы из общего уличного движения, тогда как автобус может двигаться по улице в общей ленте с другими экипажами.

По безопасности движения метрополитен занимает совершенно исключительное место: несчастных случаев почти не бывает. Трамвай по отчетным данным дает значительно меньшее число несчастных случаев, чем автобус.

Более подвижный, чем трамвай, автобус обладает преимуществом большей свободой маневрирования при необходимости ремонта уличного покрова, изменения маршрута и т. д.

Высокая основная стоимость метрополитена делает его применение возможным только в тех случаях, когда решающую роль его играют основные преимущества — скорость и пропускная способность, имеющие исключительное значение для больших городов с перегруженными центральными районами и большой дальностью поездки. При поездке дальностью приблизительно в 10 *км* для трамвая требуется 40 минут, а для метрополитена 20—25 минут; это обстоятельство играет решающую роль в вопросах градостроительства. Москва и Ленинград и по дальности поездок и по загрузке центра уже достигли той точки, когда необходимо, помимо уличных средств сообщения, дать и внеуличные.

§ 7. Комбинированные виды транспорта

Последнее время все чаще делаются шаги к увеличению скорости движения трамвая, приближающие его к метрополитену.

С одной стороны, в нормальном трамвайном движении, путем резкого ускорения при трогании, замедления при торможении, сокращения простоев на остановках, а также увеличения максимально допустимой скорости, удается получить среднюю скорость сообщения 18 — 20 *км* в час даже при частых остановках. Для увеличения максимальной скорости практикуется, особенно в Германии и Америке, выделение трамвая на собственное полотно. Все же наибольший эффект получается при резком сокращении числа остановок. Если расстояние между остановками довести до 1,5 *км*, то с нормальными трамвайными вагонами можно получить скорость сообщения, равную 30 *км* в час. При этом необходимо обеспечить интересы пассажиров, нуждающихся в промежуточных остановках, что может быть достигнуто разными способами: либо следует проложить по улице четыре трамвайных пути, либо рядом с трамваем, движущимся с редкими остановками, дать автобусное сообщение с частыми остановками. Последний метод применяется в городе Детройте на трех линиях с большим успехом. Так, на Jefferson Avenue участок длиной в 7 *км* разбит всего на пять перегонов; скорость сообщения получилась 29 *км* в час; население чрезвычайно довольно, число пассажиров существенно возросло. Можно разбить движение и обратно: помимо нормального трамвайного движения, дать быстроходные автобусы с малым числом остановок. Это частично применяется в Берлине (автобусы-экспрессы).

Можно, наконец, организовать движение еще более экономно, т. е. пустить трамвай с большими перегонами и большой скоростью, а автобус только от трамвайных остановок на 500 — 1 000 *м* туда и обратно. Такой метод координирования трамвая и автобуса можно успешно применять на линиях, ведущих из центра города на окраины и таким путем частично заменить назревающую потребность в метрополитене (подробнее об этом см. ниже гл. 5).

§ 8. Экономическое сравнение трамвая и автобуса

Выбор между трамваем и автобусом должен быть основан, в первую очередь, на экономическом их сравнении. Как мы видели, автобус дает значительно бо́льшую себестоимость перевозок, но вместе с тем требует меньших капитальных затрат. Для крупных советских городов, при современных условиях, капитальные затраты, как указано, на одного пассажира в год равны на трамвае 15 коп., а текущие расходы 4 — 4,5 коп.; на автобусе капитальные затраты исчисляются в 10—12 коп., текущие расходы в 11—13 коп., так что разница на капитальных вложениях в пользу автобуса покрывается в течение первого же года текущими перерасходами. Если принять соотношения немецких экономических показателей (Берлин), то трамвай, при основном капитале около 30 пф. на годового пассажира, имеет себестоимость 10,5 пф. на пассажира, а автобус, при капитале около 12 пф. на годового пассажира, расходует 16 пф. на перевозки, так что первоначальная разница покрывается в 3,5 года. При этом в расходах автобуса не учтен износ мостовых, составляющих весьма значительный элемент, не показываемый в отчетности.

Тем не менее, и в крупных городах автобус имеет право на существование в целом ряде случаев, например:

1) на слишком узких улицах, где проведение трамвая заставило бы прекратить всякое другое экипажное движение;

2) во время крупных ремонтов улиц с трамвайными путями, как временное сообщение;

3) в быстро расширяющемся городе, где постройка трамвайных линий по финансовым или техническим причинам не поспевает за ростом потребности (как временное сообщение);

4) при очень густом трамвайном движении, достигшем предела пропускной способности, и при отсутствии средств для постройки внеуличных скорых сообщений, неизбежно использование перевозочных ресурсов автобуса, хотя бы за счет удорожания всей суммы перевозок;

5) на окраинных линиях с малым движением, где расходы по устройству трамвайного пути были бы слишком велики.

Последний случай соответствует условиям, наблюдающимся в малых городах или на пригородных линиях. В некоторых случаях, при очень малом движении, трамвай может оказаться менее экономичным, чем автобус.

Названные выше цифры капитальных затрат и текущих расходов на годового пассажира при автобусе почти не изменяются и при малом объеме движения. На трамвае же при малом объеме движения доля путей и контактной сети в капитальных затратах становятся подавляющей и текущие расходы так же существенно возрастают.

Расход на пассажира будет зависеть от числа пассажиро-километров на километр одного пути: $\frac{PL_m}{L'} = R$. При существующих в настоящее время ценах, ориентировочно примем для малых городов капитальные затраты на годовой пассажиро-километр при трамвае:

$$\left(3{,}0 + \frac{5\,000\,000}{R}\right) \text{коп.}$$

Точно так же будет зависеть от R и себестоимость, которую примем равной (включая амортизацию)

$$\left(1{,}0 + \frac{1\,000\,000}{R'}\right) \text{коп.}$$

Для автобуса, если не считать износа мостовой, длина линии не играет роли, и потому капитальные затраты принимаем 3,5 коп. на годовой пассажиро-километр, а текущие расходы — 3,8 коп. на перевезенный пассажиро-километр. Таким образом, экономя на капитальных затратах примерно

$$0{,}5 + \frac{5\,000\,000}{R} \text{ коп.},$$

автобус ежегодно дает перерасход $\left(2{,}8 - \frac{1\,000\,000}{R}\right)$ коп. Если ρ есть процент на капитал, при котором мы считаем возможным производить затраты, то формула

$$\left(0{,}5 + \frac{5\,000\,000}{R}\right) \cdot \frac{\rho}{100} = 2{,}8 - \frac{1\,000\,000}{R}$$

является линией раздела между сферой выгодности трамвая и автобуса. Эта формула дает

$$R = \frac{5\,000\,000\,(\rho + 20)}{280 - 0{,}5\,\rho}$$

получаем для $\rho = 6\%$ . . . . . $R = 470\,000$
$\rho = 10\%$ . . . . . $R = 540\,000$
$\rho = 15\%$ . . . . . $R = 645\,000$

Таким образом, если на километр одноколейного пути приходится меньше 470 тысяч пассажиро-километров, т. е. через каждое сечение проезжает в одну сторону меньше 470 тысяч пассажиров в год, то трамвай, при настоящей экономической конъюнктуре становится определенно невыгодным; при плотности движения 650 тысяч пассажиров на километр и более автобус также невыгоден. Для промежуточных цифр вопрос решается выбором того процента на капитал, который мы должны положить в основу нашего исчисления. Формула $R = f(\rho)$, данная выше, есть уравнение гиперболы и показана на рис. 15. Область слева от этой кривой есть область автобуса, справа — трамвая. Данная кривая есть результат ряда экономических показателей, при изменении которых меняются и пределы выгодности трамвая.

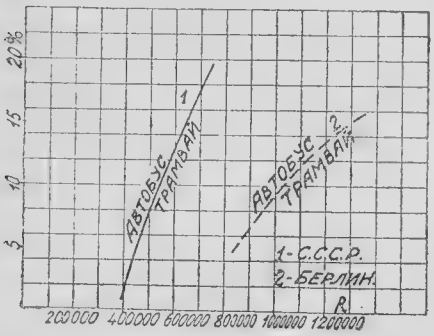


Рис. 15. Пределы выгодности трамвая и автобуса для СССР и Берлина в зависимости от пассажирского потока R и процента на капитал.

Так, для Берлина получаем ориентировочно:

$$R = \frac{5\,000\,000\,(\rho + 20)}{150 - 0{,}5\,\rho}$$

или при $\rho = 6\%$ . . . . . $R = 880\,000$
$\rho = 10\%$ . . . . . $R = 1040\,000$
$\rho = 15\%$ . . . . . $R = 1230\,000$

Эта кривая оставляет для автобуса значительно большее поле деятельности, чем в условиях СССР. Эта же кривая относится и к окраинным линиям крупных городов.

Таким образом для крупных городов параллельное существование обоих видов транспорта безусловно необходимо. Для малых городов, если в известной части выгоднее трамвай, а в другой автобус, при чем и того, и другого требуется по нескольку единиц, то вряд ли целесообразно иметь смешанное хозяйство, и лучше остановить выбор на каком либо одном виде транспорта.

§ 9. Распределение массового транспорта по видам в разных городах и странах

Указанные сравнительно простые истины постепенно прокладывают себе путь. В целом ряде малых городов существуют трамваи, которые с успехом в свое время могли бы быть заменены автобусами (конечно, в настоящее время, поскольку пути трамвая уже уложены, нет стимулов для их снятия). Обратно, некоторые большие города развивают автобусное движение в слишком широком масштабе без существенной надобности. Поэтому процент автобусных пассажиров и для крупных городов колеблется в очень широких пределах. Более понятны и оправданы разницы в объеме перевозок метрополитеном: они зависят от условий финансирования. Крупную роль играют метрополитены только в следующих городах: Нью-Иорке, Чикаго, Лондоне, Париже, Берлине, Гамбурге, Вене, Токио. Для них ниже дано распределение пассажиров между основными видами транспорта:

Город	Год	Метрополитен	Трамвай	Автобус	Примечание
Нью-Иорк	27/28	62,8%	31,5%	5,7%	
Чикаго	28	17,9%	76 8%	5,3%	
Лондон	29	30%	25%	45,0%	
Париж	28	43,3%	38,6%	18,1%	
Берлин	28	37,6%	50,0%	12,4%	
Гамбург	28	41,4%	55,0%	2,6%	1% на пароход.
Вена	27	15,5%	83%	1,5%	
Токио	27	48,6%	46,4%	5,0%	

Наиболее крупную долю всего транспорта имеет метрополитен Нью-Иорка — 63%, чему соответствует огромная сеть путей — 152 *км* подземки, 222 *км* эстакадной конструкции и 6 056 вагонов. Значительно отстал Чикаго, вследствие полного отсутствия подземки и наличия только 130 *км* эстакадной конструкции с 1 800 вагонами. Большую долю городского транспорта дает метрополитен в Берлине, Париже, Лондоне, Токио и Гамбурге, при чем речь идет в этих городах не только о городском метрополитене, но и о ряде железнодорожных линий, входящих в город и участвующих в перевозке городских пассажиров. Такова Берлинская Stadt-Ring-und Vorortbahn, перевозящая 23% всех пассажиров. Очень мало развит метрополитен в Вене, в виду его неблагоприятного кольцевого расположения. В других городах, имеющих метрополитен (Бостон, Филадельфия, Буэнос-Айрес, Глазго), его перевозки не превышают 10%.

Лондонский автобус, перевозящий 45% всех пассажиров при 5 500 машинах, представляет собой единственное в мире по объему автобусное предприятие. Основная причина — изгнание трамвая из центральной части города. Трудно объяснить такое разделение функций, при котором трамвай обслуживает рабочие районы с резкими максимумами, а автобус—центральную часть города с равномерной за весь день нагрузкой.

Некоторое стремление изгнать трамвай из центра города ради соображений мнимой красоты наблюдается отчасти и в Париже. Гораздо нормальнее положение в Америке. Здесь автобусное сообщение существовало долгое время в форме отдельных мелких предприятий, которые довольно безуспешно конкурировали со значительно более мощными обществами. С 1922—1925 г. последние изменили тактику и, вместо конкуренции, скупили все автобусные организации, используя автобусы преимущественно на окраинах города, где постройка трамвая не оправдалась бы. С этого времени автобусы стали нормально расти, и в 1929 г. обслужили уже 6,5% всего городского пассажиро-оборота.

Недостаточно развит автобус в Германии (кроме Берлина) и вообще в Европе (Гамбург — 2,6%, Кельн — 3%, Копенгаген — 3%, Гаага — 4%, Ганновер — 1,5%, Лейпциг — 1%, Бремен — 5%, Глазго — 4%).

Чрезвычайно важным для правильного распределения функций между обоими уличными видами транспорта является организация их совместного управления. Там, где они находятся в разных руках и развивают конкуренцию там наблюдаются наибольшие перегибы или в сторону полного подавления автобуса (Америка до 1925 г.) или, наоборот, в сторону их чрезмерного развития (Лондон). При условиях раздельного хозяйства управление автобусами никак не может согласиться выполнять в крупном городе свою наиболее важную функцию — перевозку пассажиров в районах редкого и, следовательно, невыгодного движения, особенно в тех местах, где прокладка трамвайных путей была бы еще более невыгодна.

§ 10. Троллейбусы и автодрезины

Промежуточным типом между трамваем и автобусом является так называемый троллейбус (безрельсовый трамвай). По капитальным затратам дороже автобуса, по текущим расходам и, особенно, по амортизации несколько экономнее, троллейбус не имеет основного преимущества автобуса — маневренной свободы в переброске подвижного состава с улицы на улицу, с окраины на окраину, и потому не может выполнять важной функции последнего — временно заменять трамвай. Развитие этого вида транспорта в Германии и Америке, ничтожно. В Англии имеется 11 малых предприятий с общей длиной всех линий 184 *км* и 318 машинами. Наиболее крупные партии пустили в движение в последнее время чикагский трамвай (40 машин) и лондонский (60 машин).

Пожалуй, исключительно случайными местными обстоятельствами можно объяснить появляющееся иногда применение автотранспорта на рельсах. В городских и даже в пригородных условиях добавочная стоимость контактной сети и питания током очень быстро окупается экономичностью электротранспорта по сравнению с транспортом, работающим на бензине.

Отметим еще раз предстоящую крупную роль автобуса в социалистических городах для массовой безостановочной перевозки рабочих на работу и обратно; возможна и вероятна также организация на автобусе совместных экскурсий, прогулок и пр. Здесь маневренная свобода автобуса должна быть максимально использована.

Глава 3
НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТРАМВАЯ

§ 11. Экономия времени пассажира

Как мы видим, трамвай фактически почти везде перевозит большинство пассажиров, и из общих 37 миллиардов городских пассажиров на его долю приходится примерно 80—85%. Говоря о трамвае, мы в сущности почти везде говорили о городском транспорте вообще.

На чем основано это преобладание трамвая? Что влечет к нему десятки миллиардов пассажиров? Что ценят они в трамвае и какие, следовательно, требования к нему предъявляют? Мы можем и должны создать такое положение, при котором организованное представительство трудящегося населения, местные советы и профсоюзы, систематически изучали бы народно-хозяйственное значение трамвая, в первую очередь с точки зрения выгод пассажира, а для этого мы должны точно знать, какие качества трамвайного движения для пассажира особенно важны.

Прежде всего пассажир в трамвае ценит экономию времени. Это основное требование большинства лиц, пользующихся этим способом передвижения. Конечно, для известных групп населения смысл трамвая кроется также в экономии энергии, затрачиваемой при ходьбе. Для поездок на прогулки экономия времени тоже играет меньшую роль. Но все же при большинстве поездок пассажир считает для себя самым важным экономию времени. Чем больше город, чем меньше коротких поездок, тем бо́льшая экономия времени возможна при пользовании трамваем, и тем важнее она для пассажира. Чем интенсивнее жизнь человека, чем более заполнена она осмысленным содержанием, тем точнее у него расписаны часы и минуты дня, тем ценнее для него каждая минута, которую он может съэкономить при передвижении и которая освобождается для труда или разумного отдыха. Вот почему пассажир, особенно пассажир большого города, так настороженно относится к работе трамвая, так чутко реагирует на каждую заминку, на каждое промедление.

Экономия времени составляется из разницы между временем, затрачиваемым при ходьбе от точки отправления до точки назначения, и всей суммой времени, необходимой для совершения поездки в трамвае. Первое время зависит от системы уличных путей и от скорости пешеходов, которая колеблется в пределах 3—6 *км* в час. Трудно определить с точностью, какова действительная средняя скорость движения городского населения. Для больших городов она заметно выше, чем для провинциальных. Примем в среднем 4,5 *км* в час = 1,25 *м* в секунду. Система улиц также важна для определения пути между двумя точками. При прямоугольной сетке улиц это величина очень высокая; при треугольной сетке, она меньше и т. д. Подробнее влияние этого фактора мы изучаем ниже. В общем действительно пройденное расстояние будет больше расстояния по воздушной линии на 10—25%.

Время, затраченное при трамвайной поездке, состоит из ряда составных частей. Выйдя из точки отправления, пассажиру часто необходимо пройти определенный путь до трамвайной улицы. Точно так же по выходе из трамвая пассажир должен пройти по поперечным улицам до места назначения. Сумма этих двух пройденных отрезков зависит от густоты трамвайной сети. Чем гуще сеть, чем больше путей на данной территории, тем меньше, в среднем, расстояние ходьбы до и от трамвая. Пассажир был бы совершенно доволен, если бы трамвай шел по всем улицам без исключения.

Выйдя на трамвайную улицу, пассажир далеко не всегда оказывается у остановки. Ему еще надо пройти до нее известное расстояние. При выходе из трамвая, пассажир часто также еще идет вдоль трамвайных путей

известное расстояние. Этот элемент времени зависит от частоты остановок. Чем меньше расстояние между остановками, тем меньше, в среднем, и эта доля времени. Понятно, что каждый пассажир стремился получить остановку возможно ближе к своему дому и к своему месту работы. Насколько это возможно и целесообразно, увидим ниже.

На остановке пассажир еще ждет трамвая. Время ожидания зависит от двух факторов — от частоты движения, т. е. от интервала между прохождением вагонов, и от того, с какой регулярностью соблюдаются установленные интервалы. При интервале, скажем, в 8 минут, первый пассажир, пришедший когда вагон только-что отошел, потеряет восемь минут, а последний вовсе не будет ждать. Все пассажиры, в среднем, будут ждать 4 минуты и, если движение происходит регулярно с такими интервалами, то можно считать, что все пассажиры потеряли по четыре минуты. Но если в движении вагонов получается разнобой, если вагоны идут то через 10, то через 6 минут, — одна группа пассажиров будет ждать больше 4 минут, другая меньше, при чем в итоге средняя цифра будет больше 4 минут. Влияние нерегулярности мы ниже изучим еще подробнее.

Очень часто пассажирам нужно пересесть на другой маршрут, и тогда, кроме неудобств и небольшой затраты времени на переход с угла на угол, пассажир еще обречен на новое ожидание. Возможность проехать без пересадки зависит от маршрутной системы. Пассажир был бы заинтересован в том, чтобы по всем направлениям существовали прямые маршруты. Ему важно, чтобы маршрутная система до минимума ограничила число пересадок, а тем самым и лишние ожидания.

Все указанные четыре элемента времени являются, так сказать, накладными расходами к продолжительности самой езды, которая при данной длине поездки зависит от скорости сообщения. Этот фактор играет решающую роль, так как время пребывания пассажира в вагоне все же составляет основную часть всей затраты времени на поездку. Чем длиннее поездка, тем больше значение этого фактора в общей ценности трамвая.

Мы ниже подробно исчислим влияние на общий итог следующих факторов, а именно: разветвленности сети, частоты остановок, маршрутной системы, частоты движения, регулярности и скорости. Для оценки результата укажем, что, например в Ленинграде, в 1929/30 г. отдельные элементы времени поездки составляли следующие цифры (в среднем):

1) время на ходьбу до трамвайной линии и от нее	8 мин.
2) время на ходьбу вдоль трамвайной линии до остановки и обратно	3,1 „
3) время ожидания на остановке	5 „
4) дополнительное время при пересадке	0,8 „
5) время езды	18,4 „
Итого время поездки	35,3 мин.

Несмотря на ряд накладных расходов, составляющих 90% от затраты времени, на езду, пассажиры охотно пользуются трамваем, так как при пешем хождении они на данный конец затратят значительно больше: в среднем для Ленинграда 64,1 мин.

Отношение длительности ходьбы пешком к полной длительности трамвайной поездки того же расстояния мы можем назвать коэфициентом экономии времени. В данном случае 64,1 : 35,3 = 1,82. Разницу же 64,1 — — 35,3 = 28,8 мин. обозначим абсолютной экономией времени. Последняя, в первую очередь, определяет народно-хозяйственное значение трамвая. Если считать на трудящуюся часть населения в среднем две поездки, то экономия, полученная на них, составит 58 мин. в день, т. е. 14% от семичасового рабочего дня.

За весь 1929/30 г., при 600 миллионах поездок, экономия времени, которую ленинградский трамвай дает населению, составляет 288 миллионов часов. Имея в виду, что при семичасовом рабочем дне в год на каждого работника приходится 1930 рабочих часов, эта экономия эквивалентна 150 тысячам работников. Если лишить население Ленинграда трамвая и соответственно

уменьшить рабочий день, то пришлось бы иметь на 150 тысяч работников больше, что составит около 15—17% всего самостоятельного населения города. В то же время на обслуживание самого трамвая требуется 11 тысяч человек, и, кроме того, на материалы, электрическую энергию и другие расходы, а также на амортизацию трамвайного имущества затрачиваются суммы, эквивалентные приблизительно труду 13 тысяч работников. Итого тратится труд 24 тысяч работников, экономится 150 тысяч работников; коэфициент народнохозяйственной эффективности — отношение съэкономленного времени к затраченному — равен 150 000 : 24 · 000 = 6,20.

Чем больше город и чем, следовательно, больше длина поездки, тем больше абсолютная экономия времени Вышеуказанная цифра для Ленинграда (28,8 мин.) соответствует длине поездки 4 *км* в одном вагоне, а с учетом пересадок — 4,6 *км*. Для малых городов цифра экономии гораздо меньше. При длине поездки 2 *км*, затрата времени, на поездку — 24,9 мин., на хождение пешком 31,2 мин., коэфициент экономии времени — 1,25, абсолютная экономия времени — всего 6,3 мин. При одном километре затрата времени на поездку — 20,9 мин., на ходьбу пешком — 18,6 мин., т. е. трамвай в среднем невыгоден при малых расстояниях, выгоду от поездки трамваем имеют только те пассажиры, которые живут близко как к трамваю, так и к трамвайной остановке, и которые едут по людной улице, где движение частое. Именно из них и составляется контингент короткоследующих пассажиров.

§ 12. Экономия физической энергии и удобства при поездке

В виду вышеизложенного, значение трамвая для малых городов, так же, как и самое количество поездок, значительно меньше, и в них более рельефно выступают другие стороны значения трамвая — в первую очередь, экономия физической энергии, затрачиваемой при ходьбе. С этой точки зрения пассажир будет искать при поездке в трамвае необходимого минимума удобств. Прежде всего, важную роль здесь играет наполнение вагона. Вполне естественно желание пассажира сидеть, особенно при поездке на работу и с работы. Поскольку пассажиру приходится стоять, ему также далеко не безразлично, сколько человек на кв. метр приходится в вагоне. Пассажир естественно требует максимума сидячих мест и минимума перегрузки. Немалое значение имеет целый ряд таких качественных факторов, как освещенность вагона (дневная и искусственная), вентиляция — путем открывания окон или вентиляторами, удобное устройство сидений, удобство входных ступенек, возможность удобного входа и выхода. Кроме того, небезразличен внешний и внутренний вид вагона. Изящные формы, хорошая и свежая окраска составляют необходимое дополнение к тем удобствам, которые трамвай должен представлять населению.

Отметим еще одно далеко немаловажное обстоятельство: экономя энергию пассажира, трамвай экономит и его обувь. По приблизительным расчетам, это составляет на каждый пассажиро-километр по ценам 1929 г. — 1,5 коп. (на каждую поездку в Ленинграде около 5—6 коп.), а на все ленинградское население около 35 миллионов руб. в год. Не будь трамвая, и кожтрест должен был бы примерно удвоить отпуск обуви населению.

§ 13. Трамвай в личном бюджете и в бюджете городов

Следует учесть, что трамвай, давая населению экономию в 14% от бюджета времени, в то же время составляет довольно существенный процент в личном бюджете. В Ленинграде в 1929—1930 г., принимая личный доход населения около 50 руб. в месяц на душу, получаем, что доля трамвая в личном бюджете равна приблизительно 4,5%. В САСШ суммарный доход всех трамваев равен приблизительно 4% от личного дохода всего городского населения. Поэтому пассажир чрезвычайно заинтересован в том, чтобы трамвай был дешев, и в конечном счете стремится к максимальному снижению себестоимости трамвайных перевозок. Поэтому, хотя затрата труда трамвайных работников невелика по сравнению с экономией, которую дает трамвай, стремление еще более снизить расходы трамвая вполне обосновано.

Забирая небольшой процент бюджета пассажира, трамвай в бюджете городов составляет весьма значительную долю. Так, в бюджете ленинградского горсовета трамвай в 1929—30 гг. составлял около 30%. За немногими исключениями, трамвай дает и довольно значительную прибыль.

К расходам трамвая следует причислить еще огромный народно-хозяйственный ущерб от уничтоженных и искалеченных жизней, которые в достаточном размере лежат на совести каждого трамвайного предприятия. В Америке, где за каждый смертельный случай или тяжкое увечье без исключения трамвай платит полновесными тысячами долларов, расходы по несчастным случаям часто составляют 3%, доходя иногда до 10% всех расходов. И в наших советских условиях, хотя действительная затрата трамваев по этой статье невелика, но по существу, помимо той более высокой оценки человеческой жизни, которая не может у нас не существовать, непосредственный народно-хозяйственный убыток от уничтожения работоспособных членов общества огромен.

Поэтому и вопросы безопасности трамвайного движения не могут уйти из поля зрения организованного пассажира.

§ 14. Согласование разных точек зрения

Итак, организованный пассажир будет предъявлять к трамваю ряд требований, сводящихся.

1) к максимальной экономии времени (наибольшая густота сети, максимальная разветвленность маршрутов, скорость, частые остановки, частое и регулярное движение вагонов);

2) к максимальному удобству (достаточное число мест в вагонах, удобное внутривагонное оборудование, изящный вид вагона);

3) к удешевлению проезда;

4) к уменьшению числа несчастных случаев.

Некоторые требования пунктов 1 и 2, последовательно проведенные, непременно повысят себестоимость, и тем самым вступят в конфликт с пунктом 3. Вместе с тем выполнение всех этих требований — основная обязанность трамвайных управлений. Если пассажир часто не уясняет себе того удорожания, движения, которое вытекает из его требования, то управление трамваем обязано помнить о народных копейках, которые ему вручены. В этом, весьма условном смысле можно говорить о двух точках зрения, исходя из которых должны разрешаться все вопросы движения: — точке зрения пассажира и точке зрения предприятия. Кто в этом споре прав? Какой-то американец сказал, что пассажир всегда прав. Это совершенно правильно в том смысле, что требования пассажира всегда выражают реально существующую потребность. Предприятие, и тем более советское предприятие, должно всегда иметь в виду это обстоятельство. Но и организованный пассажир, в свою очередь, не должен забывать, что удовлетворение некоторых потребностей нам не по карману.

С этих двух точек зрения мы и будем в дальнейшем разбирать основные вопросы организации движения, не забывая и вопросов безопасности.

Раздел II

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Глава 4

СКОРОСТЬ

§ 15. Основные обозначения

Скорость движения — самое важное требование пассажира. От выбора скорости зависит конструкция мотора и вагона, число необходимых вагонов и персонал, расход электрической энергии и вообще все важнейшие составные части трамвайного хозяйства. Вопрос о необходимой и желательной скорости важно подробно осветить с обеих точек зрения — с точки зрения предприятия и с точки зрения пассажира.

Уточняя понятие скорости, мы различаем, согласно принятой II Трамвайным съездом терминологии, следующие величины:

1) конструктивную скорость, которую допускает данный подвижной состав трамвая, с точки зрения надежности вагонных механизмов, моторов и др.;

2) предельную скорость, наибольшую скорость, допускаемую при движении по улицам из соображений безопасности пассажиров и пешеходов;

3) установившуюся (асимптотическую) скорость (v_o), которая в пределе достигается поездом на горизонтальной площадке при нормальных условиях;

4) среднюю ходовую скорость (Fahrgeschwindigkeit) (v_m), определяющую среднюю скорость за время движения поезда, без остановок и получаемую путем деления длины перегона или рейса на время чистого движения; эта скорость зависит от устройства моторов и вагона и от работы вожатого;

5) скорость сообщения (Reisegeschwindigkeit) (v_r), с которой пассажир перебрасывается из одной точки в другую; она заключает в себе и промежуточные остановки и получается путем деления пути рейса на время его пробега без конечной остановки. Именно эта скорость определяет значение трамвая для пассажира;

6) эксплоатационную скорость (Betriebsgeschwindigkeit) (v_e), или лучше скорость оборота, также учитывающую конечные остановки и определяемую путем деления всех вагоно-километров на все вагоно-часы. Эта скорость наиболее важна для определения необходимого числа вагонов и персонала и поэтому имеет наибольшее значение с точки зрения предприятия.

Повышая среднюю ходовую скорость, мы тем самым повышаем и скорость сообщения и эксплоатационную скорость.

§ 16. Элементы, влияющие на скорость

Средняя ходовая скорость, при заданном типе и размере вагонов и заданной конструкции и профиле пути, определяется из элементов графика движения. Сюда относятся следующие элементы:

1) Характеристика мотора, определяющая скорости вагона при разных усилиях тяги. Из этой характеристики вытекает и установившаяся скорость (v_0). В общем характеристики трамвайных моторов чрезвычайно схожи и отличаются

только масштабом. Поэтому характеристика мотора может быть приблизительно задана величиной установившейся скорости; скорости при большом усилии тяги могут быть исчислены по ориентировочной универсальной характеристике. Так, например, при усилии тяги, превышающей установившуюся силу тяги в 10 раз, скорость будет приблизительно — 0,48 — 0,55 от установившейся скорости.

В стремлении дать пассажиру максимальную экономию времени, мы будем повышать установившуюся скорость. Но помимо трудностей конструкции вагонов и повышенных требований к мощности моторов, мы должны считаться и с предельной скоростью. Трамвай движется по улицам, где его пути пересекаются пешеходами и экипажами. Полное регулирование всего уличного движения немыслимо. В любой момент человек или экипаж может оказаться на пути. Во многих городах Западной Европы для трамвая существовали и существуют обязательные правила, не разрешающие развивать скорость бо́льшую, нежели в 25—30 *км* в час. В Париже, например, была норма — 30 *км* в час., в Берлине — та же, в Цюрихе — 25 *км*. В настоящее время эти нормы повышаются обычно до 35 *км* в час (Париж, Берлин). Некоторые трамваи снабжали для этой цели вагон тахометром.

Такие же правила существуют и для экипажей.

В отношении автомобилей в последнее время точка зрения резко изменилась. Учитывая мощные современные тормоза, большинство городов, например Берлин, разрешает ездить с любой скоростью, при которой машина может быть в данных условиях заторможена в достаточной степени заблаговременно, причем за выбор допустимой скорости отвечает шофер. Поскольку движение резиновых шин по мостовой позволяет достигнуть резких замедлений в экстренных случаях (до 3—5 *м* в сек.^{2}), такое правило действительно не представляет опасности. После дождя, когда асфальтовая мостовая, несколько жирная от масла, становится скользкой, все автомобили в Берлине резко снижают скорость, и все же каждый такой день дает увеличение несчастных случаев. Поскольку для трамвая возможные замедления значительно меньше возможных замедлений автомобиля, мы для него должны установить меньшие допустимые скорости. Исходя из коэфициента сцепления 0,12 (большая склонность к буксованию наблюдается достаточно редко), откуда возможное надежное замедление получается приблизительно 1,1 *м* сек.^{2}, и допуская, что вожатый в момент опасности потеряет две секунды на приведение в действие тормоза, получаем, при скорости поезда v, минимальный тормозный путь $l = 2v + \frac{1}{2{,}2} v^2$, или при

$v =$ 8 *м*/сек. = 28,8 *км*/час.	. . . . .	$l =$ 42 *м*
$v =$ 9 „ „ = 32,4 „ „	. . . . .	$l =$ 55 „
$v =$ 10 „ „ = 36 „ „	. . . . .	$l =$ 65 „
$v =$ 11 „ „ = 39,6 „ „	. . . . .	$l =$ 77 „
$v =$ 12 „ „ = 43,2 „ „	. . . . .	$l =$ 90 „

При сильно буксовом пути тормозные расстояния еще возрастают.

Приведенная таблица не дает данных для подсчета допустимой скорости трамвая, но позволяет иметь об этом вопросе более ясное суждение. При оценке выводов необходимо учесть, что пассажир или экипаж могут войти или въехать на путь довольно неожиданно и близко; с другой стороны, повышенная скорость сама по себе вызывает повышенную осторожность населения; от предельной скорости в конечном итоге зависят миллионы пассажирских часов. На-глаз представляется допустимой еще скорость 36 *км* в час.—10 *м*/сек. для крупных городов. Для малых городов, где дальность поездки меньше и перегоны коротки, не мешало бы эту цифру несколько снизить.

При наличии очень хороших тормозов и особенно рельсовых, допустимая скорость могла бы быть существенно увеличена.

Этот предел скорости практически осуществляется последние годы в новых вагонах СССР, Германии, Англии. Американские вагоны систематически рассчитываются на значительно бо́льшие скорости — 45—50 *км*. Однако в Америке в городских условиях остановки столь часты, что в момент выключения тока скорость фактически не больше 30 *км* в час, но при выезде за город или на окраины скорости получаются очень большие.

2) При одинаковой характеристике мотора можно достигать различных ходовых скоростей путем изменения момента выключения тока, т. е. выбега без тока. Чем раньше выключается ток, тем меньше скорость к моменту торможения (v_0), тем меньше средняя скорость, но тем меньше и расход энергии. Уже из соображения безопасности нельзя подъезжать к остановке вплотную под током, так как при этом мы рискуем не рассчитать тормозных возможностей поезда и проехать за остановку. Как показала практика, желательно подъезжать к остановке со скоростью не больше 6—7 *м* в секунду (22—25 *км* в час) и выключить ток не менее, чем за 75—100 *м* до остановки.

Если же подъехать к остановке с большей скоростью, то вожатый вынужден тормозить как бы в два приема: сперва довольно резко, затем отпустить и при малой скорости уже окончательно остановить точно у остановки. При таком режиме теряется экономия времени, полученная благодаря повышенной начальной скорости торможения.

3) Довольно существенную роль, особенно при частых остановках, играет ускорение при трогании (a_1). И в этих случаях лимиты диктуются безопасностью пассажиров. Если двери вагонов не закрываются автоматически и существует опасность, что человек может оказаться на подножке в момент трогания, то не следует ни в коем случае применять ускорение выше 0,7—0,75 *м* сек.² тем более, что при обычном пуске вагона колебление ускорения составляет еще 30—35% от среднего. Если имеется автоматический затвор дверей, при котором ручка контроллера блокирована до полного закрытия всех дверей, то можно допускать ускорение примерно 0,75—1,0 и даже несколько больше, особенно если пуск вагона производится автоматическими контакторами, дающими плавное трогание с мелкими ступеньками. Таковы новые берлинские вагоны, некоторые вагоны Чикаго, вагоны метрополитена.

Ускорение зависит и от состава поезда. Принимая коэфициент сцепления 0,12, мы получаем с одним моторным вагоном (или с несколькими спаренными моторными) надежное ускорение в размере 1,1 *м*/сек.² при одном моторном и одном прицепном 0,55—0,65 *м*/сек.², при одном моторном и двух прицепных — 0,42—0,45 *м*/сек.² при двух моторных и одном прицепном — 0,85—0,90 *м*/сек.².

4) Приблизительно одинаковую роль играет замедление при торможении (a_4). С точки зрения безопасности вероятность выхода пассажиров на ходу в момент остановки меньше и гораздо менее опасна. Тормозятся всегда все вагоны, хотя при воздушном тормозе часто наблюдается опоздание тормозного эффекта в прицепках. Поэтому можно скорее итти до 0,7—0,8 *м*/сек.².

Расстояние между остановками оказывает решающее влияние на результативную скорость. При малом расстоянии между остановками даже чрезвычайные меры по увеличению скорости не дают особенно больших результатов; при больших перегонах большая скорость получается сама собой.

В настоящей главе мы остановки рассматриваем как заданные, изучая лишь возможности увеличения скорости изменением элементов графика.

§ 17. Влияние отдельных элементов на среднюю ходовую скорость

Чтобы уяснить влияние отдельных факторов, исходим из определенного режима, который является примерно средним для трамваев СССР в 1930 г.:

1) установившаяся скорость v_0 . . . . . 32,4 *км*/час. = 9 *м*/сек.
2) начальная тормозная скорость v_2 . . 18 „ = 5 „
3) ускорение a_1 . . . . . = 0,4 *м*/сек.²
4) замедление a_4 . . . . . = 0,6 „

При этих заданиях средняя ходовая скорость исчисляется:

для перегона	$d =$ 300 *м*	$v_m =$ 4,78 *м*/сек.	= 17 *км*/час.
	$d =$ 400 „	$v_m =$ 5,16 „	= 18,6 „
	$d =$ 500 „	$v_m =$ 5,47 „	= 19,7 „
	$d =$ 750 „	$v_m =$ 6,17 „	= 22,2 „
	$d =$ 1000 „	$v_m =$ 6,69 „	= 23,9 „

Попробуем теперь, исходя из этих данных, варьировать по очереди каждый из указанных четырех элементов графика и выясним, какое влияние каждый из них оказывает на ходовую скорость.

На рис. 16 показано при разных длинах перегона влияние установившейся скорости (v_0). Для коротких и средних перегонов увеличение ско-

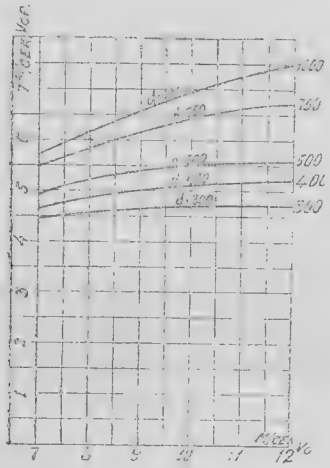


Рис. 16. Зависимость средней ходовой скорости v_m от установившейся v_0 при заданном:

$a_1 = 0{,}4$ м/сек.²
$v_3 = 5$ м/сек.²
$a_4 = 0{,}6$ м/сек.²

для разных длин перегона.

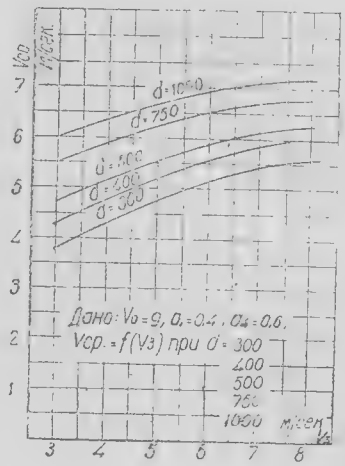


Рис. 17. Зависимость средней ходовой скорости v_m от начальной скорости торможения для разных длин перегона.

рости моторов дает незначительный результат, и только при перегонах 750 и 1 000 *м* возрастание ассимптотической скорости дает хотя и не пропорциональное, но существенное увеличение средней ходовой скорости.

Гораздо большее значение имеет начальная скорость торможения (v_3). Этот метод регулирования скорости позволяет получить большие пре-

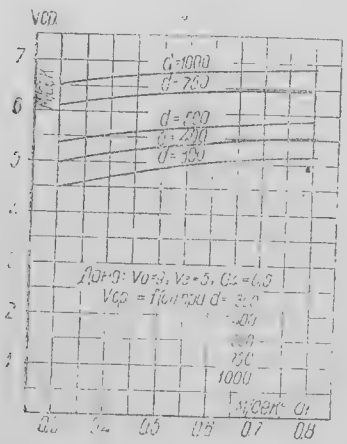


Рис. 18. Зависимость средней ходовой скорости v_m от ускорения при трогании a_1, для разных длин перегона.

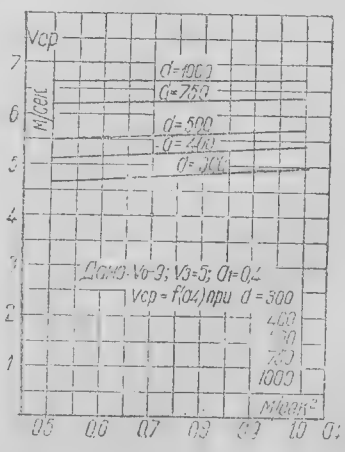


Рис. 19. Зависимость средней ходовой скорости v_m от замедления при торможении a^4, для разных длин перегона.

делы и дает большой эффект не только для длинных, но и еще более для коротких перегонов (рис. 17). Но все же, подходя к величине 7 *м*/сек. = 25 *км*/час, мы в дальнейшем получаем уже очень малое приращение скорости.

Гораздо меньше влияние ускорения при трогании (a_1) (рис. 18). Даже для малых перегонов (300 *м*) и применяя очень большие ускорения (0,8 вместо 0,4), мы получаем прибавку скорости всего на 8%; для перегона в 500 *м* возможное увеличение скорости равно всего 5%.

Еще меньшие возможности дает тормозное замедление (рис. 19). Переход от 0,6 к 1,0 *м*/сек.² дает, при длине перегона в 300 *м*, всего 4%, а при 500 *м* всего 3%.

Высокое ускорение и замедление становятся важными и дают больший эффект, если одновременно иметь большую ассимптотическую скорость и высокую начальную скорость торможения. Их влияние сказывается особенно резко при малых длинах перегонов. Так, например, если взять типичный американский перегон длиной около 200 *м*, с асимптотической скоростью 12 *м* в сек. = 43 *км* в час и начальной скоростью торможения 8 *м* в сек., то обычное в СССР ускорение 0,4 и замедление 0,6 дадут среднюю ходовую скорость всего 4,88 *м* в сек.=17,5 *км* в час. Но если одновременно повысить еще ускорение до 0,8 и замедление до 1,0 *м* в сек.², то средняя ходовая скорость доходит до 6,36 *м* в сек =23,0 *км* в час.

Все указанные цифры являются результатом расчета. Практически скорость всегда будет несколько меньше из-за кривых, стрелок, подъемов, из-за уличного движения, случайных задержек и т. д. Действительная скорость будет функцией от умения и вышколенности вожатого.

Чем больше скорость, тем большую роль играют все добавочные обстоятельства практической езды. Для средних современных советских условий при $d=400\ v_m$ получается вместо 5,16 *м* в сек. примерно 4,5 *м* в сек., т. е. действительная средняя ходовая скорость примерно на 12% меньше расчетной (в Москве — ок. 15%, в Ленинграде — ок. 10%).

§ 18. Влияние простоев на остановках

Для перехода от средней ходовой скорости к скорости сообщения мы должны изучить также влияние простоев на остановках, которые в общем балансе времени пассажира играют значительную роль. Основная доля этих простоев идет на посадку и высадку пассажиров. Время, необходимое на каждого пассажира весьма зависит от конструкции дверей и ступенек. Так, в Берлине, на вагонах типа 1924 г., при высоте двух ступеней 410+380 *мм*, время посадки получается 2,05 сек., высадки — 1,85 сек. На новых же вагонах 1927 г., где, благодаря малым колесам, подножка ниже, и ступени имеют по 325 *мм*, время посадки всего 1,6 сек., высадки — 1,55 сек. На ленинградском трамвае (ступени 320+340 *мм*) автор получил 1,75 сек. на высадку и столько же на посадку. При более широких дверях, скорости посадки значительно больше: так, в Бруклине при среднем входе — около 1,0 сек. на пассажира. Опыты одного американского трамвая дали:

для вагона с оплатой при входе	1,40 сек.
„ „ „ ординарной дверью	1,10 — 1,25 сек.
„ „ „ двойной дверью	0,70 — 0,90 „
„ „ типа Питер Витт (широкий опущен. средний вход)	0,60 сек.

Эти цифры вероятно преуменьшены.

Другие данные дают для вагона с оплатой при входе — 2,1—1,9 сек. Есть измерения, давшие для ординарных дверей — 1,8 сек. Измерения в г. Торонто дали при двойных входных дверях 1,5 сек. на пассажира. Чикаго получил при ширине двери (чистый проход) — 550 *мм* — 1,5 сек., при 1 000 *мм* — 1,0 сек.

Следующий элемент простоя на остановке зависит от быстроты действий вагонных бригад — подача сигналов, приведение в действие контроллера и т. д. На ленинградских вагонах этот элемент был определен в 6 сек. В Торонто он составляет 3 сек.

Наконец, на крупных пересечениях бывают часто простои из-за пересекающих вагонов и экипажей. Эта доля часто составляет 15—20 сек. на крупный пункт и больше.

В итоге можно принять, что затрата времени на одну остановку равна $a + \alpha q$, где q — число входящих или выходящих пассажиров, в зависимости от того, которые из них преобладают. Величина a равна 3—6 сек., α равна 1—2 сек., в зависимости от устройства входных дверей и ступенек. Для целого рейса можно также считать, что вся затрата времени на все остановки равна $a\frac{L_1}{d} + \beta \cdot Q$, где L_1 — длина рейса, $\frac{L_1}{d}$ — число остановок, Q — число перевезенных пассажиров за рейс. Величина a — та же, что выше, а величина β больше α, так как здесь считаются на каждой остановке только входящие пассажиры, а не те, которые преобладают. Из ряда наблюдений автор для Ленинграда получил, что время на все остановки за рейс равно $6\frac{L}{d} + 2\ Q$, т. е. 2 сек. на перевезенного пассажира и 6 сек. дополнительно на каждую остановку. Таким образом, при заданной средней ходовой скорости скорость сообщения будет зависеть от числа остановок и числа перевезенных пассажиров на километр. Если v_m — средняя ходовая скорость (в *м*/сек), d — расстояние между остановками (в *м*, $\frac{1\,000}{d}$ — число остановок на километр, q' — число перевезенных пассажиров на километр, то время, затраченное на езду, равно $\frac{1\,000}{v_m}$ сек.; время, затраченное на остановках, равно $a \cdot \frac{1\,000}{d} + \beta \cdot q'$, а все время поездки за километр —

$$\frac{1\,000}{v_m} + a\frac{1\,000}{d} + \beta q' = \frac{1\,000}{v_r}$$

где v_r — скорость сообщения.

Чем гуще остановки, тем больше отличается v_r от v_m. Так, например, если $d = 200$ $v_m = 144$ *км* в час $= 4$ *м* в сек., $a = 3$, $\beta = 1{,}5$, $q' = 6$, то

$$\frac{1\,000}{v_r} = \frac{1\,000}{4{,}0} + \frac{1\,000 \cdot 3}{200} + 6 \times 15 = 250 + 15 + 9 = 274 \text{ сек.}$$

$$v_r = 3{,}64 \text{ м/сек} = 13{,}05 \text{ км/час, или на } 9\% \text{ меньше } v_m$$

При $d = 500$, $v_m = 20$ *км* в час $= 5{,}55$ *м* в сек., $a = 3$, $\beta = 1{,}5$, $q' = 6$, имеем:

$$\frac{1\,000}{v_r} = \frac{1\,000}{5{,}55} + \frac{1\,000 \cdot 3}{500} + 6 \cdot 1{,}5 = 180 + 15 = 195$$

$$v_r = 5{,}13 \text{ м/сек} = 18{,}5 \text{ км в час. или на } 7{,}5\% \text{ меньше } v_m$$

Для средних советских условий можно принять:

$$d = 400,\ v_m = 4{,}50 \text{ м в сек},\ a = 6,\ \beta = 2,\ q' = 8, \text{ так что}$$

$$\frac{1\,000}{v_r} = \frac{1\,000}{450} + \frac{1\,000 \cdot 6}{400} + 2 \cdot 8 = 222 + 31 = 253 \text{ сек.}$$

$$v = 39{,}5 \text{ м в сек.} = 14{,}2 \text{ км в час,}$$

т. е. на 12% меньше, чем средняя ходовая скорость.

§ 19. Влияние конечных пунктов

Эксплоатационная скорость получается из скорости сообщения при учете конечных остановок. Цель этих остановок двоякая — дать отдых персоналу и дать выстойку вагонам для исправления накопившейся нерегулярности. Ниже мы на этом вопросе остановимся подробнее. Фактически в Америке эти простои ничтожны, в Германии же очень велики, что связано с немецкой системой расписаний. В СССР в больших городах на рейс в 50—60 минут обыкновенно дается 5—6 минут, в средних городах на короткие рейсы — соответственно меньше, и в среднем эксплоатационная скорость меньше скорости сообщения приблизительно на 10%, т. е. равна приблизительно в среднем 3,55 *м* в сек. = 12,8 *км* в час.

В итоге, взяв по СССР за исходную точку среднюю ходовую скорость (расчетную) — 5,16 *м* в сек. = 18,6 *км* в час, мы получаем эксплоатационную скорость только 12,8 *км* в час или 3,55 *м* в сек., т. е. на 31% меньше.

Фактическая средняя экспл. скорость за 1929—30 г. была 12,9 *км* в час.

§ 20. Значение скорости для пассажиров

Значение скорости для пассажиров огромно. Мы выше исчислили для Ленинграда народно-хозяйственное значение трамвая и нашли годовую цифру экономии 288 миллионов человеко-часов, исходя из скорости сообщения 15 *км* в час. При 12 *км* в час мы получили бы только 242 миллиона часов, а при 20 *км* в час 334 миллиона часов.

Скорость сообщения весьма влияет на число поездок, в первую очередь — на пассажиров дальнего следования. Увеличение скорости как бы приближает расстояния, уменьшает дальность. При увеличенной скорости пассажир скорее поедет в театр в дальний район, чем в более близкий, если первый вызывает у него больший интерес. Увеличивая скорость с 15 до 20 *км* в час, мы тем самым поездку в 8 *км* как бы превращаем в шестикилометровую и, следовательно, получаем для нее значительно увеличенную вероятность.

Но и для пассажиров короткоследующих увеличение скорости играет известную роль. При малой длине поездки, например на 1 *км*, трамвай часто совсем не дает экономии времени. Поэтому пассажир будет пользоваться трамваем лишь при благоприятном стечении обстоятельств, при большей частоте, при близости остановок и т. д. Увеличение скорости есть одно из средств привлечения пассажира и в этом случае.

Таким образом, и в наших советских условиях, где у трамвая конкурентом по существу являются только собственные ноги пассажира, влияние скорости на число поездок весьма значительно. Вышеприведенные соображения не дают возможности вывести численной зависимости, но дают полную уверенность в том, что увеличение скорости сообщения, скажем, с 15 до 20 *км* в час само по себе должно дать увеличение числа поездок на несколько процентов.

Гораздо больше влияние скорости в Америке, где у трамвая серьезнейший конкурент — частный автомобиль. Преимуществом индивидуального транспорта является его безостановочное движение, дающее большую скорость; увеличение скорости трамвая, обратно, привлекает к нему пассажиров. Именно широкое распространение автомобиля со времени войны дало толчок к резкому увеличению трамвайной скорости.

Скорость массового транспорта — одна из организующих сил, влияющих на весь темп жизни и работы большого города. Достаточно поездить в большом городе в метрополитене и убедиться, что, если жизнь большого города вызвала скорые пути сообщения, то, обратно, скорость метрополитена влияет на ускорение всей жизни, создавая психологическую базу для быстрых темпов. Быстроходный трамвай выполняет ту же функцию.

Пределы потребности пассажиров в увеличении скорости безграничны. Наоборот, предприятию увеличение скорости выгодно и дает уменьшение расходов только до известного предела, зависящего от ряда экономических и технических факторов.

§ 21. Влияние скорости на расходы трамвая

От скорости движения зависит вся жизнь трамвая, все его устройство, как по капитальным затратам, так и по текущим расходам; часть затрат возрастает с возрастанием скорости, другая, наоборот, уменьшается, и получается определенная величина скорости, дающая минимум расхода.

Для перевозки определенного числа пассажиров на определенную длину поездки, т. е. для совершения определенного числа пассажиро-километров, требуется определенное число вагоно-километров, исходя из допущенного среднего наполнения вагона. Чем больше скорость вагона, тем меньше требуется на это вагоно-часов и тем меньше, следовательно, и вагонов. В данном отношении играет роль эксплоатационная скорость. Если K — потребное годовое число вагоно-километров, W — инвентарное число вагонов, H — число часов движения на инвентарный вагон в год, то

$$W = \frac{K}{H \cdot v_e}.$$

С другой стороны, стоимость вагона будет в известной мере возрастать с увеличением скорости. В первую очередь это будет касаться двигателей. Скорость неизбежно увеличивает потребную мощность двигателей. В какой именно мере — зависит от того, каким методом достигается увеличение скорости. Этот вопрос достаточно подробно выясняется в руководствах по электрической тяге, причем увеличение мощности моторов стоит в связи с расходом электрической энергии. Для четырех элементов, составляющих график движения, получим:

1) увеличение асимптотической скорости дает повышение и расхода энергии и мощности моторов;

2) увеличение начальной скорости торможения дает очень значительное повышение расхода энергии и несколько меньший рост мощности;

3) увеличение ускорения при трогании дает очень большую потребную мощность при известной экономии энергии;

4) усиленное замедление при торможении дает небольшое увеличение потребной мощности, без дополнительного расхода энергии, но с увеличением мощности тормозов.

При каждой заданной ходовой скорости мы можем по-разному варьировать эти четыре элемента графика. Если мы найдем то взаимоотношение, которое является наиболее выгодным, то при дальнейшем повышении скорости мы должны будем повышать все элементы графика в известной пропорции—так, чтобы вновь установилось равновесие—на наиболее выгодных соотношениях.

Проделав ряд таких расчетов, мы с грубым приближением можем сказать, что необходимая мощность, примерно, пропорциональна средней ходовой скорости.

Стоимость моторов очевидно будет далеко не пропорциональна мощности; и, с другой стороны, в известной зависимости от мощности моторов находится и стоимость прочего электрического оборудования. Для наших соображений будет вполне достаточно, если мы последнее обстоятельство исключим, но зато примем стоимость двигателей пропорциональной мощности, а следовательно и скорости.

В зависимости от скорости будет находиться и конструкция ходовых частей. Начиная от известных скоростей, желательно применение тележек. При еще больших скоростях необходимы четырехосные вагоны. В виду трудности подводить точные обоснования, мы этого влияния учитывать численно не будем, хотя оно совсем не маловажно.

Таким образом, если A_1 — стоимость моторов, A_2 — стоимость прочих частей вагона, A_3 — стоимость вагонного места в парке, то можем принять $A_1 = \alpha_1 \cdot v_m$ или полная стоимость вагона

$$A = \alpha_1 \cdot v_m + A_2 + A_3.$$

Следовательно, полная стоимость вагонного парка

$$W \cdot A = \frac{K}{H}\left[\frac{A_2 + A_3}{v_e} + \alpha_1 \cdot \frac{v_m}{v_e}\right].$$

Для грубых расчетов допускаем $v_m : v_e$ постоянной, или $\alpha_1 \cdot \frac{v_m}{v_e} = \beta_1$, так что

$$WA = \frac{K}{H}\left[\frac{A_2 + A_3}{v_e} + \beta_1\right].$$

Основной капитал вагонов и парков уменьшается с ростом скорости весьма значительно.

Прочие затраты, связанные с длиной пути, будут зависеть от скорости лишь в малоучитываемой степени.

По текущим расходам содержание кондукторов, вожатых и обслуживающего их конторского персонала обратно пропорционально скорости. Если b_1 — стоимость 1 рабочего часа, λ — число вагонов в поезде, μ — отношение обслуживающего персонала к вагонным бригадам, то расход на вагоно-километр будет

$$a_1 = \frac{b_1 \cdot (1 + \lambda)(1 + \mu)}{\lambda \cdot v_e}.$$

С другой стороны, расход электрической энергии будет весьма существенно возрастать с увеличением скорости, так как, во-первых, само сопротивление движению есть функция скорости; во-вторых, для увеличения скорости требуются большие пусковые и тормозные скорости, что вызывает увеличенный расход энергии. Идя тем же путем, какой мы приняли для определения мощности, мы убеждаемся, что вначале при росте скорости расход электрической энергии увеличивается незначительно, а по мере приближения к предельным скоростям возрастает очень резко.

Анализ этих расчетов позволяет с известным упрощением расход энергии (в ватт-часах на тонно-километр) как функцию скорости выразить примерно формулой:

$$\eta = \eta_0 + 0{,}25\, v_m^2 + 3\,500 \cdot \frac{v_m^4}{d^2}.$$

Здесь η_0 — расход тока, не зависящий от скорости, а только от коэфициента сопротивления (без скоростной прибавки); остальные 2 члена дают зависимость от средней ходовой скорости v_m (в *м* сек.) и от расстояния между остановками d (в *м*). При цене энергии ε коп. за *квч* и весе вагона G *т*, стоимость энергии на вагоно-километр будет

$$e = \eta \cdot \varepsilon \cdot G \cdot 10^{-3} = \varepsilon \cdot G\left(\eta_0 + 0{,}25\, v_m^2 + 3\,500 \frac{v_m^4}{d^2}\right) \cdot 10^{-3}.$$

Очень сложно влияние скорости на ремонт и содержание подвижного состава. Более дорогие моторы будут при большей скорости сильнее изнашиваться. Прочие ходовые части при возрастании скорости будут подвержены бо́льшим напряжениям и большему износу на вагоно-километр. Зато ремонт окраски и отчасти кузова зависят только от времени, а не от пробега, и потому расход на вагоно-километр уменьшается при большей скорости. В итоге для упрощения считаем, что ремонт и содержание вагона не зависят от скорости.

Мы не учитываем также влияния скорости на ремонт и амортизацию пути. Последнее несомненно имеет место, но трудно поддается учету.

Амортизация подвижного состава, согласно нормам НКВД, имеет долю, зависящую от пробега, и другую долю, зависящую только от времени. Последняя уменьшается при росте скорости, в виду уменьшения числа вагонов. Зато стоимость моторов, увеличенная под влиянием скорости, дает рост всей амортизационной суммы. В итоге считаем, что этот фактор также не зависит от скорости.

Амортизация и ремонт парковых зданий, взятые в сумме в виде процента α_3 от стоимости зданий, обратно пропорциональны эксплоатационной скорости. На вагоно-километр получаем:

$$a_3 = \frac{A_3 \cdot \alpha_3}{100H \cdot v_e}.$$

Итого зависящими от скорости являются следующие элементы расходов:

1) расход на бригады — $a_1 = \dfrac{b_1\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)(1 + \mu)}{v_e}$ уменьшается,

2) электроэнергия — $e = \varepsilon G \cdot 10^{-3}\left(\eta_0 + 0{,}25\, v_m^2 + 3{,}500 \dfrac{v_m^4}{d^2}\right)$ возрастает,

3) амортизация зданий $a_3 = \dfrac{A_3 \alpha_3}{100 H v_e}$ уменьшается.

Присоединяем еще процент δ на капитал, вложенный в вагоны и здания, откинув долю независящую от скорости, что дает на вагоно-километр:

4) $$a_4 = \frac{(A_2 + A_3)\,\delta}{100 \cdot H \cdot v_e}.$$

Итого сумма расходов, имеющих резко выраженную зависимость от скорости, будет:

$$c = \frac{1}{v_e}\left[b_1\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)(1 + \mu) + \frac{A_3 \alpha_3}{100H} + \frac{A_2 \delta}{100H} + \frac{A_3 \delta}{100H}\right] + \varepsilon \cdot G \cdot 10^{-3}\left(0{,}25\, v_m^2 + 3\,500 \frac{v_m^4}{d^2}\right).$$

Если рассматривать вопрос только с точки зрения расходов предприятия, без учета экономии времени пассажира, то мы должны искать минимум общей суммы расходов.

§ 22. Выбор оптимальной скорости

Для условий, существовавших в 1924—1925 гг., автор нашел в работе, помещенной в вып. 5 „Трудов Постоян. Бюро Всесоюзн. Трамв. Съездов", наиболее выгодной эксплоатационную скорость—15,5 *км* в час, при $d = 500$ *м*. При современных советских условиях мы имеем:

$b_1 = 80$ коп. в час;

$\mu = 0{,}05$ отношение обслуживающего персонала к вагонному;

$A_3 = 10\,000$ руб. на вагоно-место в парке;
$\alpha_3 = 5\%$ ремонт и амортизация зданий парков;
$A_2 = 20\,000$ руб. стоимость двухосного вагона без моторов;
δ = принимаем, в виду недостатка вагонов, 15%;
$\varepsilon \cong 6$ коп. на постоянном токе на *квч*;
$G \cong 13$ *т* вес вагона с пассажирами;
λ — наблюдается разное — от 1 до 2,5. Принимаем, в среднем, по СССР $\lambda = 1{,}4$;
$H \cong 5\,000$ часов на инвентарный вагон в год.

Тогда наиболее выгодная эксплоатационная скорость v_e при $d = 400$, определится из следующей таблицы:

v_e *км*/час	12	14	15	16	17	18	20
v_m *м*/сек	5,0	5,83	6,25	6,67	7,06	7,50	8,33
$a_1 = \frac{b_1(1+\lambda)(1+\mu)}{\lambda \cdot v_e}$ коп.	12,25	10,50	9,80	9,20	8,65	8,16	7,35
$a_3 + a_4 = \frac{A_2\delta + A_3\delta + A_3\alpha}{H \cdot 100 \cdot v_e}$	8,33	7,14	6,67	6,25	5,88	5,56	5,00
$e - l_o = \varepsilon \cdot G \cdot 10^{-3}(0{,}25 v_m^2 + 3\,500 \frac{v_m^4}{d^2}$	1,53	2,60	3,33	4,08	5,10	6,25	9,25
Итого	22,01	20,34	19,80	19,53	19,63	19,93	21,60

Данные этой таблицы показаны на графике № 20; наиболее выгодная эксплоатационная скорость при данных обстоятельствах равна 16,3 *км* в час, при средней ходовой скорости около 6,75 *м* в сек. = 24,5 *км* в час и скорости сообщения 18 *км* в час. Это значительно больше всего того, что наблюдается в СССР и в Европе.

Минимум общих расходов можно найти при сделанных упрощениях и аналитически. Введя сокращенное обозначение

$$B = b_1\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)(1+\mu) + \frac{A_3\alpha_3}{100H} + \frac{A_2\delta}{100H} + \frac{A_3\delta}{100H}$$

для суммы расхода на вагоно-час по содержанию вагонных бригад и процентам на капитал вагонов и учитывая, что $v_e \cong 2{,}4 v_m$ (поскольку v_e измеряем в *км*/час, а v_m в *м*/сек.), имеем:

$$C = \frac{B}{2{,}4 v_m} + \varepsilon \cdot G \cdot 10^{-3}\left(0{,}25 \cdot v_m^2 + 3\,500 \cdot \frac{v_m^4}{d^2}\right).$$

Дифференцируем по v_m для нахождения минимума:

$$\frac{dC}{dv_m} = -\frac{B}{2{,}4 \cdot v_m^2} + \varepsilon \cdot G \cdot 10^{-3}\left(0{,}5 \cdot v_m + \frac{14\,000 \cdot v_m^3}{d^2}\right) = 0$$

или

$$v_m^3\left(1 + \frac{28\,000 \cdot v_m^2}{d^2}\right) = \frac{B}{1{,}2 \cdot \varepsilon G \cdot 10^{-3}}.$$

По этой формуле мы для каждого заданного d находим v_m из уравнения 5-й степени. Чтобы упростить задачу, поставим вопрос иначе: при каждом заданном v_m ищем то расстояние между остановками d, при котором данное v_m дает минимум расходов C. Получаем:

$$d = \sqrt{\frac{28\,000 \cdot v_m^5}{\frac{B}{1{,}2\varepsilon \cdot g \cdot 10^{-3}} - v_m^3}}$$

В наших конкретных экономических условиях $B = 47$ коп., $\varepsilon = 6$ коп., $g = 13$, $\frac{B}{1{,}2\varepsilon \cdot g \cdot 10^{-3}} = 2\,650$ откуда при

$v_m =$ 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11 *м*/сек.
$d =$ 186 — 197 — 452 — 655 — 930 — 1 300 — 1 850 *м*.

Из графика 21, изображающего эту зависимость, мы, обратно, находим при заданных перегонах наиболее выгодные скорости.

$d = 300$	$v_m = 6{,}03$ *м*/сек.	$v_e = 14{,}5$ *км*/час	$v_r = 16{,}1$ *км*/час
$d = 400$	$v_m = 6{,}72$ „	$v_e = 16{,}2$ „	$v_r = 18$ „
$d = 500$	$v_m = 7{,}28$ „	$v_e = 17{,}5$ „	$v_r = 19{,}4$ „
$d = 750$	$v_m = 8{,}37$ „	$v_e = 20{,}1$ „	$v_r = 22{,}3$ „
$d = 1\,000$	$v_m = 9{,}2$ „	$v_e = 22{,}1$ „	$v_r = 24{,}5$ „

Таковы выводы, получаемые с учетом одних только расходов предприятия. Чем выше стоимость рабочей силы и стоимость вагонов, чем дороже капитал, тем быстрее мы должны оборачивать вагоны. Наоборот, чем дороже электроэнергия, тем медленнее мы будем двигаться. Чем чаще остановки, тем больше расход энергии при данной скорости и тем меньшая должна быть выбрана скорость.

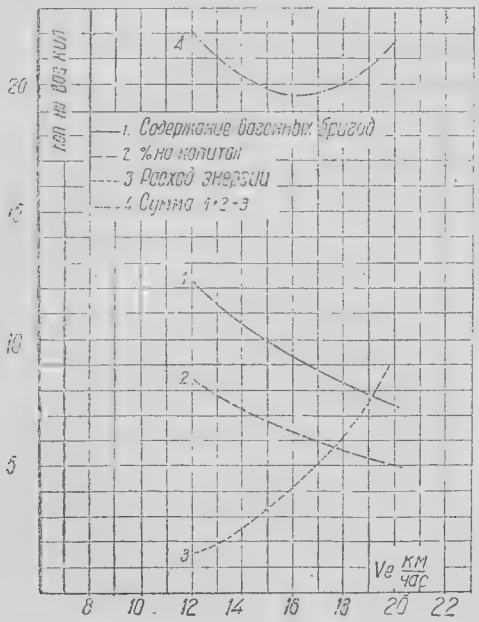


Рис. 20. Зависимость главнейших статей расхода трамвая от эксплоатационной скорости и выбор оптимальной скорости.

Однако, во всех этих соображениях учтены, так сказать, интересы приказчика т. е. управления трамвая, призванного обслуживать пассажира, но не сказал своего решительного слова хозяин — пассажир. В приведенной таблице наиболее крупной статьей является оплата вагонной бригады. Оценивая в приведенных таблицах время кондуктора и вожатого полным рублем, мы не считали времени десятков пассажиров, затрачиваемого в вагоне. Народнохозяйственная эффективность трамвая велика, затраты самого трамвая малы по сравнению с экономией времени пассажиров, и неудивительно, что, бросив на чашу весов еще и время самих пассажиров, мы получим совершенно отличные результаты.

Для нас необязательно считать время пребывания пассажира в вагоне исходя из полной оплаты трудового времени. Очевидно, пассажир и не согласится платить за экономию времени поездки столько, сколько он получит за такое же рабочее время (для 1929 г. в Ленинграде приблизительно 60 — 65 коп. в час). Но, с другой стороны, мы констатируем, что 8 — 10 коп. за среднюю экономию времени в 28,8 минуты он в Ленинграде платит, и только при малой длине поездки, когда экономия времени значительно меньше, наблюдается воздержание от поездок. Поэтому будет вполне правильно полагать, что средний пассажир сам ценит свое время по крайней мере в 20 коп. в час, а скорее даже 25—30 коп. в час, и готов был бы за бо́льшую скорость движения платить за трамвай еще больше, чем современные 8—10 коп.

Принимая 25 коп. за пассажиро-час и полагая 25 человек в среднем в вагоне, мы получаем, что вагоно-час, помимо оплаты бригад и процентов на капитал, составляющих в настоящее время 2,47 руб., обходится еще пассажирам в 6,25 руб., т. е. суммарные народно-хозяйственные затраты увеличиваются в 3,5 раза.

В приведенной выше формуле, вместо величины $B = 247$ коп., надо будет поставить $B^1 = 247 + 625 = 872$ коп.

Применяя приведенный метод расчета, мы получим для заданных v_m гораздо меньшие перегоны d.

$v_m = 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13$ *м*/сек.
$d = 229 - 328 - 440 - 580 - 754 - 958 - 1\,208$ *м*.

Обратно, для заданных перегонов гораздо большие скорости. Так, например, для $d = 500$ имеем $v_m = 9{,}5$ *м*/сек, $v_e = 22{,}8$ *км*/час.

Данные этой таблицы также показаны на графике 21.

Интересы пассажиров властно требуют чрезвычайно больших скоростей, фактически получаемых только на крупнейших метрополитенах. Для уличных же средств сообщения подобные скорости явно недостижимы. Вывод приведенных расчетов для нас реально состоит только в том, что надо всемерно повышать скорость против существующей, поскольку это позволяет безопасность, и что всякое допустимое повышение будет только выгодно.

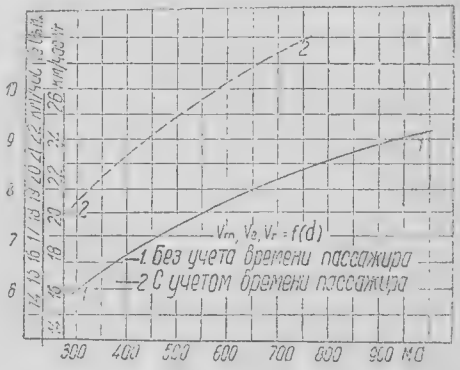


Рис. 21. Определение экономически выгодных скоростей при разных длинах перегона

v_e, v_m, $v_r = f(d)$

1. Без учета времени пассажира. *2.* С учетом времени пассажира.

§ 23. Пределы и методы повышения скоростей

До каких же пределов мы можем дойти реально, не выходя из норм безопасности?

Если учтем указанные выше соображения, то можем принять следующие элементы графика:

1) v_0 — скорость асимптотическая 36 *км*/час = 10 *м*/сек.;

2) v_3 — начальная скорость торможения 25 *км*/час = 7 *м*/сек.;

3) a_4 — замедление при торможении 1,0 *м*/сек²;

4) a_1 — ускорение при торможении 0,7 — 0,6 — 0,45 *м*/сек.²;

в зависимости от того, идет ли речь об одиночных, двухвагонных или трехвагонных составах.

С этими элементами строим графики и получаем следующую таблицу средних ходовых скоростей v_m.

d \ a_1	0,7	0,6	0,45
300	6,00	5,88	5,66
400	6,45	6,35	6,15
500	6,75	6,66	6,50
750	7,42	7,35	7,20
1 000	7,87	7,80	7,70

Применение больших ускорений не дает особенно значительных эффектов, оно играет роль только при очень малых перегонах в 200 *м* и ниже.

Полученные цифры еще весьма далеки от требований пассажиров и даже не достигают того, что требуется из соображений экономии расходов. Однако и достижение указанных пределов для большинства советских трамваев—задача нелегкая, требующая длительной реконструкции.

Только новейшие моторы производства 1928—1930 гг. дают на вагоне скорости v_0 равные 10 *м* в сек. и больше. Более старые моторы, а тем более довоенные, обычно тихоходнее. Систематическое повышение скорости вагонов возможно только путем постепенной замены старых моторов новыми, изменения зубчатой передачи, шунтировки поля, если таковой нет. В течение переходного периода неизбежны трудности из-за совместного движения вагонов разной скорости по одним путям. Желательно быстроходные вагоны концентрировать в определенных районах, лучше в окраинах. Однако чрезмерное повышение скорости моторов сверх $v_0 = 10$ в городских условиях, при $d \leqslant 500$ *м* уже дает совершенно неощутительную прибавку скорости и недопустимо с точки зрения безопасности.

Увеличение скоростей потребует усиления тормозов. Во многих случаях будет достаточен пересчет рычажной системы. При колодочном тормозе необходимо однако не переходить за пределы буксования, чему обычно в трамвайных условиях соответствует нажатие колодок в 100—110% от тары вагона. Элек-

трический тормоз с соленоидами на прицепных вагонах несколько менее склонен к буксованию, чем воздушный.

Усиление тормоза позволит перейти и на усиленное замедление a_4. При этом увеличиваются требования к вожатому, который при резком торможении должен суметь остановить поезд на точно указанном месте.

То же относится и к сокращению выбега. Чрезмерно малый выбег часто дает ничтожное увеличение скорости и огромный перерасход энергии. Увеличенное ускорение, совместно с увеличением скорости, предъявит очень большие требования к коммутации моторов и к их тепловому режиму. Многие старые моторы вообще маломощны и особенно слабы в отношении коммутации, поэтому увеличение ускорения может стать для них очень трудной задачей. Кроме того, увеличение ускорения упирается в число ведущих осей в поезде, и, поскольку оно дает небольшой эффект, форсирование скорости этим методом может оказаться нецелесообразным.

Второй задачей, помимо интенсификации основных элементов движения, является, по возможности, устранение всех тех препятствий в пути, которые вызывают неизбежное замедление движения и уменьшение действительной средней ходовой скорости против расчетной. Выпрямление кривых, сглаживание подъемов — должны встать на очередь дня. Чрезвычайно важно выделение путей на собственное полотно. Это позволяет вожатому ехать с полной скоростью, ограничивая возможность несчастных случаев только возможностью их на редких пересечениях. Дисциплина улицы — одна из важнейших мер. Важна и правильная планировка улиц и площадей, с точки зрения возможных пересечений и наездов. Большую роль играет и субъективный фактор — квалификация вожатых. Умелый вожатый сумеет и в трудных условиях добиться максимального приближения к теоретическому графику.

Следует иметь в виду, что при увеличении скорости все побочные задержки сказываются особенно резко. Поэтому можно принять, что при напряжении всех возможностей, удастся достигнуть действительно средней ходовой скорости в размере 90% от расчетной.

Довольно много может быть сделано и по линии сокращения простоев на остановках. Вместо 1,75—2 сек. на каждого входящего или выходящего, можно при правильной конструкции дверей и удобных ступеньках, получить около 1,5 сек., а при двойных дверях — около 1 сек. Дополнительная задержка из-за сигналов и задержек на узлах может быть также несколько снижена, хотя условия безопасности при посадке и высадке не позволяют слишком форсировать трогание с места. В общем, время простоя на остановках можно довести (по формуле $aM+\beta Q$) до величины $4\ M+1{,}7Q$, а при двойных дверях и ниже. Этот простой будет очевидно прямой функцией наполнения вагонов. Принимая в настоящих условиях число пассажиров на километр—8, получим на каждую остановку простой:

при $d=300-8$ сек.
$d=400-9$ „
$d=500-11$ „
$d=750-14$ „
$d=1\,000-18$ „

В итоге предельно возможные скорости сообщения, исходя из вышеприведенных данных для V_m, будут (при ускорении 0,6):

при $d=300$ — $v_m=4{,}70$ *м*/сек.$=17{,}0$ *км*/час
$p=400$ — $v_m=5{,}13$ *м*/сек.$=18{,}5$ *км*/час
$d=500$ — $v_m=5{,}25$ *м*/сек.$=19$ *км*/час
$d=750$ — $v_m=5{,}90$ *м*/сек.$=21{,}2$ *км*/час
$d=1\,000$— $v_m=6{,}25$ *м*/сек.$=22{,}5$ *км*/час

По сравнению со средними действительными цифрами по СССР или Германии, можно достигнуть еще повышения приблизительно на 30%. Для трехвагонных составов эти цифры понизятся на 2—3%, для одиночек повысятся на столько же.

Задача всемерного повышения скорости должна распространяться на всю работу трамвая. Тенденции, проявляемые в этом направлении, должны быть

оформлены. Переустройство вагона, с целью увеличения скорости мотора, начального ускорения и тормозного эффекта — должны стать важнейшей очередной задачей наших трамваев.

Повышение скорости сообщения на 30% даст миллиардам трамвайных пассажиров СССР огромную экономию к существующей. Принимая на 1931 г. всего 4 миллиарда пассажиров с средней длиной поездки 3,3 *км*, получим, что разница между скоростью сообщения существующей (3,95 *м*/сек.) и возможной (5,13 *м*/сек.) даст разницу в затраченном времени 22 миллиона часов в год, что по оценке 25 коп. в час составит 5,5 миллионов рублей. Для трамвая, с точки зрения расходов, исходя из приведенной выше таблицы расходов на вагоно-километр и принимая 400 миллионов вагоно-километров в год, получим экономию 6 миллионов рублей в год, и, кроме того необходимый основной капитал может быть уменьшен на 23% или приблизительно на 1 000 вагонов, что чрезвычайно важно при недостатке подвижного состава и равносильно одновременной экономии в 35 миллионов рублей. По сравнению с этими цифрами необходимые затраты на увеличение скорости окупятся очень быстро.

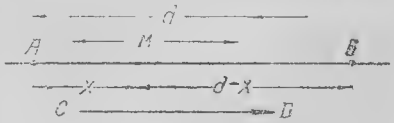
Американские трамваи уже давно пошли по этому пути. Несмотря на очень малые перегоны между остановками, средняя цифра по городским трамваям за 1928 г. — 15,1 *км* в час, за 1929 г. 15,25. Отдельные трамваи, наиболее передовые, значительно превосходят эту скорость: Чикаго—17,5 *км* в час, Сен-Луи—17,5; Бостон — 16,9; Детройт — 16,2 и др. По этому же пути идут и крупнейшие трамваи Англии. Лондон повысил скорость с 15,2 *км* в час в 1924 г. до 17 *км* в час в 1929 г.; Глазго с 12,3 до 15 *км*. Значительно отстали Германия и Австрия. Скорость сообщения: в Кельне и Вене — 13,0 *км* в час, в Лейпциге—14,2, в Гамбурге — 13,6. Однако и здесь делаются шаги для увеличения скорости. Советские скорости, как указано, не многим уступают немецким. Несомненно, что имея бо́льшие перегоны по сравнению с Америкой, мы можем достигнуть и бо́льших средних скоростей, не выходя за пределы безопасных скоростей и ускорений.

Глава 5

ОСТАНОВКИ

§ 24. Оптимальная длина перегона с точки зрения пассажира

Мы до сих пор рассматривали вопрос о скорости независимо от остановок полагая, что изменение последних совершенно исключено. Мы нашли возможным достигнуть еще существенного увеличения скорости за счет форсированной езды и нажима на все элементы графика.



A, B — Остановки
C, D — Направление движения
M — Точка раздела

Рис. 22. Пути подхода пассажира к остановке.

Все эти возможности могут быть проведены только постепенно, путем заказа новых вагонов, переоборудования существующих, изменения режима движения. Изменение же длины перегона с 300 *м* до 750 *м* позволяет повысить скорость сообщения на те же 30%, которых мы выше достигли величайшим напряжением двигателей, тормозов, вожатого и отчасти за счет ухудшения безопасности.

У конки остановки были достаточно часты. Однако при ее скорости это не играло существенной роли. От конки частые остановки перешли и к трамваю. Короткие перегоны позволяют сократить, в среднем, время хода пассажира до ближайшей остановки, но в то же время значительно понижают скорость движения вагонов; в итоге страдает сам пассажир.

Если расстояние между остановками d, а скорость пешехода w (выше было принято 1,25 *м* в сек.), то пассажир в общем должен пройти до ближайшей остановки не более $\frac{d}{2}$; в среднем же, принимая равномерное распределение пассажиров вдоль трамвайной линии, он пройдет путь $\frac{d}{4}$.

В этот расчет должны быть внесены две поправки. С одной стороны, остановки располагаются не как попало, а с выбором наиболее важных пунктов. Количество пассажиров, живущих или работающих в непосредственной близости от места остановки, будет всегда больше, чем количество тех, которые живут как-раз по середине между остановками, и потому должны пройти расстояние $\frac{d}{2}$. Это обстоятельство существенно сокращает среднюю дальность хождения пешком. С другой стороны, середина перегона не будет действительной линией раздела между движением пассажиров. Пассажир всегда стремится итти пешком по тому направлению, по которому он должен ехать трамваем. Он пойдет назад только в том случае, если место отправления настолько удалено от остановки, лежащей вперед по движению, что ему требуется меньше времени на хождение пешком назад плюс проезд одного перегона d чем на хождение вперед. Точка раздела характеризуется тем (рис. 22), что

$$\frac{x}{w} + \frac{d}{v_r} = \frac{d-x}{w}$$

или

$$\frac{2x}{w} = \frac{d}{w} - \frac{d}{v_r}; \quad x = \frac{d(v_r - w_r)}{2v_r} = \frac{d}{2}\left(1 - \frac{w}{v_r}\right); \quad d - x = \frac{d}{2}\left(1 + \frac{w}{v_r}\right)$$

поэтому пассажиры, идущие вперед по движению, пройдут, в среднем, $\frac{d}{4}\left(1 + \frac{w}{v_r}\right)$, количество их равно $\frac{1}{2}\left(1 - \frac{w}{v_r}\right)$ от всей суммы; пассажиров, идущих назад, будет $\frac{1}{2}\left(1 - \frac{w}{v_r}\right)$, их средний путь $\frac{d}{4}\left(1 - \frac{w}{v_r}\right)$, так что итоговое среднее расстояние будет

$$\frac{d}{8}\left(1 + \frac{w}{v_r}\right)^2 + \frac{d}{8}\left(1 - \frac{w}{v_r}\right)^2 = \frac{d}{4}\left(1 + \frac{w^2}{v_r^2}\right)$$

т. е. больше, чем $\frac{d}{4}$.

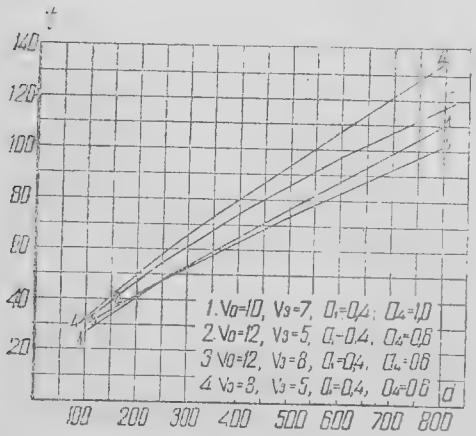


Рис. 23. Зависимость времени пробега перегона от его длины для графиков с разными основными заданиями.

Обе эти поправки противодействуют друг другу, причем преобладает влияние первой. Принимаем для упрощения, что в итоге остается величина $\frac{d}{4}$. Та же величина $\frac{d}{4}$ фигурирует и при выходе из вагона, так что на всю поездку пассажир в среднем пройдет пешком $\frac{1}{2}d$, что потребует времени $\frac{d}{2w}$.

Все же частые остановки вызывают чрезвычайное замедление движения.

Изображая при данных элементах графика (установившаяся скорость, ускорение и т. д.) время езды t как функцию от длины перегона d, получаем кривую, подобную тем, которые показаны на рис. 23. Кривые эти $t = f(d)$ слегка выпуклы вверх.

С грубым приближением их можно заменить в известном отрезке формулой прямолинейного характера $t = K + \gamma \cdot d$. Более точная формула может быть предложена в виде

$$t = c_0 + \frac{d}{v_0} + \frac{2\,100 \cdot v_0}{d \cdot v_3}$$

где v_0 — установившаяся скорость, c_0 — коэфициент, зависящий от всех элементов графика, v_3 — начальная скорость торможения. Чем больше ускорение, замедление и начальная скорость торможения, тем меньше c_0. Эта формула дает довольно хорошие результаты (точность одна-две секунды) в пределах от $d = 250$ до $d = \infty$. В области же более коротких перегонов возможно применение формулы $d = K + \gamma \cdot d$, но коэфициенты K и γ не постоянны. Если длина поездки пассажира L_m, то при длине перегона d он всего сделает $\frac{L_m}{d}$ перегонов, затратив на езду

$$\frac{L_m}{d} \cdot t = \frac{L_m}{d}\left(c_0 + \frac{d}{v_0} + \frac{2\,100 v_0}{d v_3}\right).$$

На простои (на остановках), принимая формулу $a\frac{L_m}{d}+\beta\cdot Q$, где $\frac{L_m}{d}$ — число остановок, Q — число перевезенных пассажиров, и принимая q — пассажиров на вагоно-километр, откуда на L_m километров — qL_m пассажиров, — уйдет время.

$$a\frac{L_m}{d}+\beta\cdot L_m\cdot q$$

или на один перегон $t_0=a+\beta\cdot q\cdot d$. Итого на всю поездку, включая пешее хождение, потребуется:

$$T_m=\frac{d}{2w}+\frac{L_m}{d}\left(c_0+\frac{d}{v_0}-\frac{2\,100v_0}{dv_3}\right)+a\cdot\frac{L_m}{d}+\beta\cdot L_m\cdot q=$$
$$=\frac{d}{2w}+\frac{L_m}{d}\left[c+\frac{d}{v}-\frac{2\,100v_0}{dv_3}+a+\beta\cdot q\cdot d\right].$$

При известном расстоянии между остановками, эта сумма имеет минимум.

Возьмем в качестве примера график с указанными выше максимальными элементами: $v_0=10$ *м* в сек.; ускорение $(a_1)=0{,}6$; замедление $(a_1)=1{,}0$; начальная скорость торможения $v_3=7$ *м* в сек. Тогда величина c_0 получается равной 31 сек. Кроме того, задаем: $a=4$, $\beta=1{,}7$, $q=8$. Пусть средняя длина поездки 4 *км*, скорость пешехода $w=1{,}25$. Тогда, принимая по очереди $d=300$, 350, 400 *м* и т. д., получаем следующую таблицу:

Длина перегона d	Время хождения пешком $d/2w$ сек.	Время езды на перегон t сек.	Время простоя на перегон t_0 сек.	Полное время на перегон $t+t_0$	Число перегонов $\frac{m}{d}$	Время поездки $\frac{m}{d}(t+t_0)$	Полное время T
300	120	51,0	8,0	59,0	13 33	787 сек.	907
350	140	57,4	8,7	66,1	11,43	756 „	896
400	160	63,5	9,4	72,9	10,00	729 „	889
450	180	69,3	10,1	79,4	8,89	705 „	885
500	200	75,0	10,8	85,5	8 00	686 „	886
550	220	80,5	11,5	92,0	7,27	670 „	890
600	240	86,0	12,2	98,2	6,67	655 „	895
650	260	91.4	13,9	104,3	6,15	642 „	902

Минимальная затрата времени пассажира получится при $d\cong 470$ *м*. При современном советском графике движения, имеющем меньшие скорости и ускорения, подобный расчет потребует еще более высокой длины перегонов, а именно $d=600$ *м*, так как при более медленном графике каждая остановка вызывает бо́льшую задержку, чем при графике форсированном.

Данную задачу можно решить и аналитически, дифференцируя полное время поездки T_m по длине перегона d:

$$\frac{\partial T_m}{\partial d}=\frac{1}{2w}-\frac{(c_0+a)L_m}{v_0\cdot d^2}+\frac{4\,200\,v_0\,L_m}{v_3\cdot d^2}=0$$

или

$$d^3-L_m\cdot 2w(c_0+a)\,d+8\,400\cdot\frac{v_0}{v_3}\cdot w\cdot L_m=0.$$

Для каждой заданной длины поездки L_m отсюда определяется наиболее выгодный перегон, при заданных элементах графика, из уравнения третьей степени. Чтобы избежать сложности решения этого уравнения, мы обратно исчисляем по формуле:

$$L_m=\frac{d^3}{2w(c_0+a)\cdot d-8\,400\cdot\frac{v_0}{v_3}\cdot w}$$

то длины поездок L_m, при которых данные длины перегонов являются наиболее выгодными. Принимая форсированный график:

$$c_0=31,\ a=4,\ w=1{,}25;\ v_0=10,\ v_3=7$$

имеем

$$L_m=\frac{d^3}{87{,}5d-15\,000}.$$

Это дает для

$$d=300-350-400-450-500-550-600$$
$$L_m=2\,400-2\,750-3\,200-3\,750-4\,350-5\,020-5\,770$$

Совершенно понятно, что, чем длиннее средняя поездка, тем большую роль играет время поездки по сравнению с длительностью пешего хождения, и тем важнее форсировать скорость за счет раздвижения остановок.

Так как принятая формула $t=f(d)$ верна только в пределах от $d=250$ и выше, а для $d=250-300$ только с известной натяжкой, то в области ниже 300 *м* будет целесообразнее применить формулу $t=\kappa+\gamma d$, причем в нашем случае $\kappa=15$, $\gamma=0{,}126$. Общее время поездки будет

$$T=\frac{d}{2w}+\frac{L_m}{d}(\kappa+\gamma d+a+\beta q^2 d)$$

и минимум будет при

$$\frac{\partial T}{\partial d}=\frac{1}{2w}-\frac{L_m}{d^2}(\kappa+a)=0,$$

откуда $L_m=\frac{d^2}{2w(\kappa+a)}$. В нашем случае $L_m=\frac{d^2}{47{,}5}$.

Это дает для

$d=350$ *м*	$L_m=2\,600$
300 „ . .	$L_m=1\,900$
250 „	$L_m=1\,300$
200 „ . .	$L_m=850$

Сложенная кривая $L_m=f(d)$, в пределах от $d=200$ до $d=600$, показана на рис. 24.

При современном советском тихоходном графике потребуются еще бо́льшие длины перегонов, так как потери времени на разгон поезда, замедление и простои — больше. Имеем: $c_0=43$ сек., $a=6$ сек. $w=1{,}25$, $v_0=9$, $v_3=5$, так что

$$L_m=\frac{d^3}{123d-18\,900},$$

откуда для

$d=$	300 —	350 —	400 —	500 —	600 —	700
$L_m=$	1 500 —	1 760 —	2 110 —	2 930 —	3 930 —	5 100.

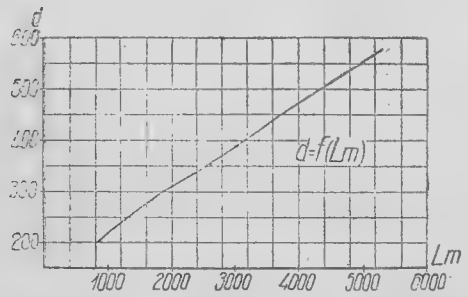


Рис. 24. Выбор оптимального расстояния между остановками в зависимости от длины поездки.

К этим расчетам, имеющим в виду экономию времени пассажира, необходимо сделать два существенных добавления.

Пассажир в трамвае ценит, в первую очередь, экономию времени. Но для него немалую роль играет и экономия энергии, затрачиваемой при хождении. В общем пассажир неодинаково оценивает время, проведенное в вагоне, хотя бы в неудобных условиях, и время, затраченное на хождение. Немногие из пассажиров согласятся пройти лишних десять минут — около 750 *м*, чтобы съэкономить на времени поездки также только 10 минут. Время хождения пассажир будет расценивать дороже, чем время пребывания в вагоне. Насколько дороже — дело весьма субъективное. Пассажир занятый, дорожащий минутой, деловой человек не делает большой разницы между обоими элементами времени. Пассажир слабый, больной или оттягощенный багажом согласен иногда проехать на трамвае лишние километры, чтобы съэкономить несколько десятков метров хождения. Пассажир большого города больше дорожит временем и меньше обращает внимания на элемент траты энергии, чем пассажир провинциального города. Здесь мы попадаем в область субъективных оценок, где точный подсчет невозможен. Для правильного выявления желаний и потребностей пассажира требовались бы специальные анкетные обследования. Такие вопросы часто будут возникать и в дальнейшем.

Все же мы, пожалуй, не ошибемся, если скажем, что подавляющее большинство пассажиров охотно согласится пройти 10 минут пешком, чтобы съэкономить 20 минут езды; очень многие, вероятно, не откажутся и в том случае, если экономия на езде составит только 15 мин. Это значит, что мы можем применять приведенные выше формулы, если время пешего хождения помножить на коэфициент порядка 1,5, т. е., вместо $\frac{d}{2w}$, пишем $\frac{1{,}5d}{2w}$. Понятно, что это соображение потребует более частых перегонов.

§ 25. Учет расходов предприятия

С другой стороны, мы до сих пор учитывали только интересы пассажира, но еще не положили на чашу весов расходы предприятия. На последние чрезвычайно влияет частота остановок. Все расходы уменьшаются при увеличении длины перегона d. Наиболее при этом важные элементы заключаются в следующем:

1) оплата кондукторов и вожатых уменьшается в связи с увеличением эксплоатационной скорости;

2) амортизация и проценты на капитал вагонов и зданий уменьшаются в той же зависимости;

3) расход электроэнергии, согласно формуле

$$e = \varepsilon g\ 10^{-3}\left(\varepsilon_0 + 0{,}25\ v_m^2 + 3\,500\ \frac{v_m^4}{d^2}\right)$$

тоже уменьшается, ибо хотя v_m возрастает, но d возрастает еще быстрее.

Поэтому, чтобы сделать правильное заключение о наиболее целесообразной длине перегона, мы должны затраты трамвая сложить с затратами времени пассажира, оценивая последнее в 25 коп. за час, и принимая наличие в вагоне 25 человек, которые все проделают вместе с вагоном 4 *км*. Время пешего хождения оцениваем в полуторном размере, т. е. приблиз. в 40 коп.

При этих условиях для форсированного графика, с использованием выше приведенных данных, получим следующую сводную таблицу:

Длина перегона $d =$ . .	300 —	350 —	400 —	450 —	500 —	550 —	600 —	650	*м*
Ср. ход. скорость v_m . .	5,88 —	6,15 —	6,35 —	6,53 —	6,66 —	6,85 —	7,00 —	7,12	*м/сек.*
Эксплоат. скорость v_e . .	17 —	17,9 —	18,8 —	18,5 —	19 —	19,5 —	20 —	20,5	*км/час*
Время поездки $\frac{L_m}{d}(t+t_0)$	787 —	756 —	729 —	705 —	686 —	670 —	655 —	642	сек.
Время хожд. пешк. . . .	120 —	140 —	160 —	180 —	200 —	220 —	240 —	260	„
Стоим. врем. поезд . . .	1,37 —	1,31 —	1,26 —	1,22 —	1,19 —	1,16 —	1,13 —	1,11	коп
Стоим. хожд. пешк. . . .	33,3 —	39 —	44,5 —	50 —	55,5 —	61 —	66,6 —	72,2	„
Оплата конд. и вож. .	8,6 —	8,3 —	7,9 —	7,8 —	7,7 —	7,5 —	7,4 —	7,2	
Проц. и амортиз. . . .	5,9 —	5,6 —	5,4 —	5,3 —	5,2 —	5,1 —	5,0 —	4,9	
Стоим. энергии	4,3 —	3,9 —	3,5 —	3,3 —	3,0 —	2,9 —	2,7 —	2,6	
Итого расх. предпр. на *км*	18,8 —	17,8 —	16,8 —	16,4 —	15,9 —	15,5 —	15,1 —	14,7	
Расх. предпр. на 4 *км* . .	75,2 —	71,2 —	67,2 —	65,6 —	63,6 —	62,6 —	60,4 —	58,8	
Суммарн. затраты	245,5 —	241,7 —	238,5 —	238,1 —	238,1 —	239 —	240 —	242	

Минимум расходов получается приблизительно при $d = 450$—500 *м*, т. е. при тех длинах перегонов, которые давали минимум времени пассажира. Это значит, что обе названные выше поправки в общем компенсируют друг друга.

Для современного графика с малыми скоростями и ускорениями очевидно более выгодно, если остановки будут расставлены несколько реже.

§ 26. Данные об остановках в разных странах

Действительное положение дел с разбивкой остановок на трамваях Европы и Америки является ярким примером хаоса и неурегулированности капиталистических отношений, при которых важнейшие вопросы жизни и быта решаются стихийно.

Капиталистическая Америка, где почти нет муниципальных трамваев, имеет — наименьшие расстояния между остановками. В центре Нью-Йорка — 80 *м*, Сен-Луи — 154 *м*, Чикаго — 220 *м*, Вашингтон — 202 *м*, Кливлэнд — 228 *м*, Бостон — 244 *м*, Мильвоки — 180 *м*. Большинство средних и малых городов имеет еще гораздо более частые остановки. За последнее время, в связи с общим стремлением к повышению скорости, наблюдаются и тенденции к более редким остановкам. Неоднократные обследования мно-

гих трамваев специалистами-экспертами (Becler Organization) рекомендуют этим трамваям (Нью-Орлеан, Балтимора, Чарльстон, Ричмонд) довести длины перегона до 200 *м* — очевидно выполнимости бо́льших цифр эксперты не могли себе представить. Многие трамваи разрабатывают так называемые skip-stop plan (Индианополис, Сен-Луис), т. е. систему, при которой число остановок сокращается вдвое, но по очереди в обоих направлениях, так что остающиеся остановки сдвинуты и лежат в шахматном порядке. Однако до сих пор существенных изменений в этом направлении в Америке не наблюдается. Это обстоятельство объясняется в первую очередь близорукостью тех органов, которые решают эти вопросы, а также и капиталистическими взаимоотношениями. Трамвайные предприятия, хотя и боятся конкуренции автомобиля, но сами, в целях форсирования скорости, охотно провели бы раздвижение остановок. Все же вопрос этот решается городскими самоуправлениями, которые, стоя на страже интересов своих граждан, никак не могут согласиться снять остановку у дома гражданина *N* или *X*. Характерно, что и самая мысль расположить остановки в шахматном порядке возникла в качестве компромисса — с тем, чтобы не „обидеть" ни одной остановки. Если, тем не менее, Америка достигла больших скоростей, то лишь за счет особо форсированной езды и чрезвычайной нагрузки моторов и тормозов.

Существенно лучше положение в Германии и Австрии. Здесь после войны все чаще проникаются сознанием необходимости более редких остановок для увеличения скорости. Многие трамваи уже существенно увеличили длину перегона: так Нюрнберг имеет $d=410$, Вена—410, Кельн — 380. Однако крупные города имеют меньшие цифры: Берлин 300—250 *м*, Гамбург — 325, причем руководители берлинского трамвая ясно отдают себе отчет в том, насколько именно в Берлине, при большой дальности поездки, следовало бы увеличить скорость за счет длины перегонов. Однако их пожелания не осуществляются муниципалитетом, который консервативно держится за существующие ныне остановки, из боязни кого-либо обидеть упразднением нужной ему остановки.

У нас в СССР длины перегонов наиболее крупные и вполне подходят к цифрам, дающим теоретически наиболее выгодное решение. Так, в Ленинграде в 1929 г. $d=470$, в Москве $d=460$ *м*, Москва в 1927 г. провела новую систему более редких остановок и достигла этим весьма существенного повышения скорости. В довоенное время в ленинградском трамвае остановки находились на расстоянии 330 *м*. Но в годы революции, когда вагоны были крайне переполнены, число остановок было резко сокращено — примерно до одной на километр. Когда же после 1921 г. движение постепенно восстановилось, то удалось сохранить достаточное расстояние между остановками — в среднем на уровне около 470 *м*.

Провинциальные трамваи имеют меньшие длины перегонов, соответственно меньшей длине поездки: Баку — 312 *м*, Одесса — 362 *м*, Тифлис — 320 *м*, Тула — 384 *м*.

Для советских трамваев в настоящее время, когда число вагонов совершенно недостаточно, сохранение большой длины перегонов является единственным средством избежать еще больших переполнений. Огромная перегрузка вагонов дает возможность трамваям СССР бороться против устройства новых остановок и даже проводить сокращение лишних из существующих. Напор в этом направлении всегда был и будет огромный.

Каждое предприятие, каждое учреждение, каждый ЖАКТ хочет иметь остановку у своих ворот. При выборах в Ленинградский Совет 1929 г. было вынесено 50 постановлений о прибавке остановок. Желание, безусловно, вполне обоснованное, ибо, как мы видели, „пассажир всегда прав". Но на массовом транспорте такое стремление, конечно, неосуществимо, так как каждая остановка вагона, удобная для тех, кто в ней нуждается, означает задержку всех остальных пассажиров на лишние 25—35 сек. (в зависимости от формы графика движения). В советских условиях, где плановое начало преобладает над стихией, гораздо правильнее проводить политику, жесткую для немногих, но в итоге выгодную для всех.

Нельзя ли для увеличения скорости на советских трамваях еще более повысить длину перегона? Существующие в СССР цифры приблизительно

подходят к расчетным. Дальнейшее раздвижение остановок, проведенное московским и ленинградским трамваем в марте — мае 1931 г., надо рассматривать в качестве экстренной меры, в виду крайнего недостатка вагонов и невозможности покрыть нарастающую потребность даже в течение нескольких лет. Но одновременно вопрос о раздвижении остановок для крупных городов должен явиться в новой постановке, если применить два параллельных средства сообщения — скорый и тихоходный.

§ 27. Метод двух параллельных средств сообщения

Вопрос о длине перегона играет огромную роль и для метрополитена. Многие городские метрополитены (Берлинская Hoch-und Untergrundbahn Гамбургская Hochbahn, Лондонский Underground, Парижское Métro) имеют расстояние между остановками 750—800 *м* и при этом, несмотря на максимальные ускорения (0,8—1,0 *м*/сек.^{2}), замедления и высокие скорости достигают скорости сообщения не более 23—24 *км*/час. Если же раздвинуть остановки до 1500 *м*, как например на Берлинской Stadtbahn, то даже при меньших ускорениях — 0,3—0,5 *м*/сек.^{2} — получается скорость сообщения 30 *км* в час. При большой длине перегона ускорение уже не играет существенной роли, и потому при электрификации Stadtbahn и не было принято мер к форсированию пускового ускорения. Если бы метрополитен был единственным средством сообщения в городе, то подобная тактика была бы неправильной. В самом деле, если принять длину поездки на метрополитене 6 *км*, то, при расстоянии 750 *м* и скорости 23 *км* в час, пассажир пройдет пешком 375 *м* и затратит на хождение 300 сек., а на поездку—940 сек. При перегоне 1500 *м* пассажир пройдет пешком 750 *м* в течение 600 сек., но поездка при 30 *км* в час продолжится 720 сек. Баланс явно не в пользу больших перегонов. Но метрополитен в городе всегда имеет к своим услугам трамвай и автобус. Дело тарифной политики, расположения остановок, маршрутной системы — обеспечить пассажиру проезд в трамвае до метрополитена и от него, и тогда для метрополитена длина перегона 1500 *м* является далеко непреувеличенной.

Однако, и на трамвае можно достигнуть очень высоких скоростей сообщения. При $d = 1\,000$ *м* и предельной скорости $v_0 = 10$ *м*/сек, мы можем получить скорость сообщения 22,5 *км* в час; при $d = 1500$ $v_n = 25$ *км* в час, т. е. выше многих метрополитенов. На этих цифрах еще раз подтверждается, что для повышения скорости большая длина перегона важнее, чем высокая скорость мотора. Но для того, чтобы дать эту скорость и таким образом частично превратить трамвай в метрополитен, необходимо параллельно к быстроходному трамваю дать второй трамвай или автобус с частыми остановками, позволяющий пассажиру до крупной остановки быстроходного трамвая доехать на этом вспомогательном средстве сообщения.

При системе двух параллельных средств сообщения дальние пассажиры всегда будут пользоваться быстроходным трамваем. На вспомогательном трамвае или автобусе будут ездить только короткоследующие пассажиры, которым невыгодно пересаживаться на быстроходный трамвай, а также дальние пассажиры на короткое расстояние—до и от крупной остановки быстроходного трамвая. Таким образом, средняя длина поездки на тихоходном средстве сообщения будет невелика, и здесь будет уместно давать очень частые остановки. При едином средстве сообщения длина перегона порядка 400—500 *м* явилась результатом компромисса между стремлениями дать максимум скорости и минимум пешего хождения. Этот компромисс является наиболее выгодным для средней дальности поездки порядка 4 *км*. Для короткоследующих пассажиров подобный компромисс дает слишком большие перегоны и, следовательно, увеличивает количество пешего хождения; для пассажиров дальнего следования получается слишком малая скорость. При наличии двух параллельных средств сообщения мы дадим быстроходному очень большие перегоны—порядка 1 200—1 500 *м* и этим сможем создать большую скорость, которая столь важна для дальних поездок. Наоборот, на вспомогательном транспорте мы установим довольно частые остановки—примерно через 250—300 *м*, что позволит, как

короткоследующим пассажирам, так и далекоедущим сократить до минимума пешее хождение. Возможность свободного выбора позволяет каждому пассажиру отыскать наиболее подходящее для себя решение, которое будет зависеть от дальности поездок и от расположения начального и конечного пункта поездки по отношению к крупным станциям быстроходного трамвая.

Пусть на длинном пути имеются два параллельных трамвая—один с редкими остановками D метров, другой с частыми d метров, так что на каждый большой перегон приходится n малых. $D = n \cdot d$. Предвосхищая последующие выводы, мы на основании предварительных соображений принимаем $D = 1\,500$ *м*, $d = 300$ *м*, $n = 5$ (рис. 25). Если пассажир сел на одной из малых остановок на тихоходный трамвай или автобус, то он, подъехав к крупной остановке, должен будет решить для себя задачу: продолжать ли езду в своем вагоне или же пересесть на быстроходную единицу. Принимаем, что движение на обоих трамваях производится по одинаковому графику движения, а именно по форсированному графику с предельными скоростями и ускорениями. Как мы видели выше, при этом графике время езды на перегон $t = 31 + \frac{d}{10} - \frac{3\,000}{d}$ и, кроме того, на остановке $4 + 0{,}0136\ d$. Проезд перегона в 1 500 *м* обойдется в 204 сек., проезд же 5 перегонов по 300 *м* обойдется в $5 \times 59 = 295$ сек. Таким образом, на перегон в 1 500 *м* пассажир экономит 91 сек.

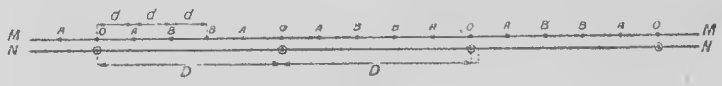


Рис. 25. Метод двух параллельных средств сообщения.

Но для получения этой экономии пассажир должен будет пересесть с тихоходного трамвая на быстроходный. Каждая пересадка сама по себе — выход из вагона, переход в другой вагон, отыскание места в новом вагоне—довольно неприятна. Помимо того, пересадка обрекает пассажира на вторичное ожидание поезда, т. е. на довольно чувствительную трату времени, равную примерно половине интервала между вагонами, а с учетом нерегулярности—даже больше. Если всю эту сумму учесть примерно 3—5 минутами (180—300 сек.), то пассажир пересядет только в том случае, если ему на быстроходном трамвае надо ездить не менее 2—3 перегонов, т. е. 3—4,5 *км*. Поэтому наибольшая длина поездки в тихоходном трамвае получится примерно 5 *км*, и пассажиры, едущие дальше почти всегда воспользуются быстроходным трамваем.

Очень многие пассажиры совсем не воспользуются тихоходным средством сообщения—это те, место отправки и место назначения которых оба близки к крупным станциям (точки *O* рис. 25). Но даже те, которые отправляются от ближайшей остановки тихоходного транспорта (точки *A* рис. 22), вряд ли будут пользоваться последним и затем пересаживаться на быстроходную единицу,—они скорее пройдут расстояние 300 *м* пешком. Только те, которые отправляются от точек *B*, расположенных на 600 *м* от крупных станций, получат от тихоходного трамвая или автобуса достаточную выгоду. При хождении пешком они затратят 480 сек., а при езде $2 \times 59 = 118$. Разница—362 сек. покрывает потерю времени на пересадку. Поэтому пассажиры точек *BB* воспользуются тихоходным трамваем, а точек *AA* и *O* не воспользуются. Учитывая, кроме того, что крупные станции, очевидно, будут выбраны не случайно, а в наиболее оживленных пунктах, на перекрестках и т. д.,—можно считать что при отправлении не менее $^3/_4$ всех пассажиров прямо пройдут к быстроходному трамваю, а только $^1/_4$ сядет на тихоходный. То же произойдет и в районе прибытия. В итоге $^9/_{16}$ всех пассажиров проделают путь только на быстроходном трамвае, $^6/_{16}$ или сядут или выйдут в районе, далеком от крупных станций, а остальная $^1/_6$ часть проедет из района *B-B-B* в район *B-B*. Последняя группа, во избежание двух пересадок, вряд ли воспользуется быстроходным транспортом, даже при далекой поездке, а из второй группы воспользуются им только те, которые едут на 4—5 *км* и больше, т. е. не больше половины.

В итоге:

1) $^9/_{16}$ всех пассажиров едут только на быстроходном трамвае (ср. длина поездки—5 *км*);

2) $^1/_4$—только на тихоходном (длина поездки меньше 5 *км*);

3) $^3/_{16}$—с пересадкой (длина поездки больше 5 *км*).

Посмотрим теперь, сколько каждая группа затратит на поездку и сколько она съэкономит по сравнению с условиями езды для единого трамвая:

1) Группа первая:

Дальность хождения пешком в обоих концах можно в среднем принять, учитывая правильный выбор крупных станций, приблизительно $2 \times 150 = 300$ *м*, на что потребуется 240 сек. Езда 5 *км* $= 3^1/_3$ перегона по 204 сек. потребует всего 680 сек., итого 920 сек. (без коэфициента на трудность хождения пешком).

При едином типе движения с $d = 500$, данная группа затратила бы на хождение 2×125 *м*—200 сек., на езду $10 \times 86 = 860$ сек., итого 1060 сек.; экономия равна 140 сек. $= 13\%$.

2) Группа вторая:

Средняя дальность хождения пешком в оба конца 150 *м*, затрата времени 120 сек. Езда, при средней длине 3 000 *м*, требует $10 \times 58 = 580$ сек. в сумме 700 сек.

При $d = 500$ потребовалось бы: пешком—200 сек., езда $6 \times 86 = 516$ сек., итого—716 сек. Экономия 16 сек. $= 2\%$.

3) Группа третья.

Средняя дальность хождения пешком: в одном конце 75 *м*, в другом—150 *м*, итого 225 *м*, что дает 180 сек. Сама поездка при 7 000 *м* длиной, из коих 600 на тихоходном трамвае и 6 400 на быстроходном, требует $2 \times 59 + \frac{6\,400}{1\,500} + 204 = 118 + 870 = 988$ сек. Кроме того, на пересадку прибавим по 200 сек. Итого длительность поездки—1 368 сек.

При $d = 500$ мы имели бы пешком 200 сек., езда $14 \times 86 = 1\,204$ сек., экономия 36 сек. $= 3\%$.

В итоге около $^9/_{16}$ пассажиров получили экономию в 13%, остальные в $2—3\%$. Предприятие же, перевозящее большинство пассажиров со скоростью, увеличенной на 27%, получит огромную экономию на подвижном составе и текущих расходах.

В приведенном примере мы заранее как-будто решили, что расстояния между остановками будут 1 500 и 300 *м*. Попробуем аналитически найти наиболее выгодные длины перегонов D и d при заданной средней длине поездки L_m.

В соответствии с приведенным примером, разбиваем всех пассажиров на три группы и для каждой из них определяем суммарное затраченное время:

1) Группа первая, обнимающая $^9/_{16}$ всех пассажиров, будет ездить только в быстроходном трамвае. На хождение пешком в среднем в каждом конце 150 *м* она затратит по 120 сек., итого — 240 сек. Число перегонов езды $L_m : D$. Время езды $\frac{L_m}{D}(35 + 0{,}114\,L_m$.

Итого езды и хождения пешком:

$$240 + 0{,}114\,L_m + 35\,\frac{L_m}{D}.$$

2) Группа вторая, ездящая только в тихоходном трамвае, обнимает $^1/_4$ всех пассажиров, со средней дальностью поездки $\frac{L_m}{2}$. Хождение пешком требует на $\frac{1}{2}\,d$ метров $0{,}4d$ сек. Число перегонов $\frac{L_m}{2d}$, время поездки на перегон (упрощенно для $d = 250 — 350$ *м*) — $20 + 0{,}140\,d$; общее время езды $\frac{L_m}{2d}\,(20 + 0{,}140\,d)$. Суммарное время:

$$0{,}4\,d + 0{,}07\,L_m + 10 \cdot \frac{L_m}{d}.$$

3) Третья группа едет с пересадкой всего около $1{,}5\,L_m$; из них $0{,}3\,D$ на тихоходном трамвае, остальные $(1{,}5\,L_m - 0{,}4\,D)$ на быстроходном. Количество пассажиров $^3/_{16}$. На всю поездку требуется:

пешком $120 + 0{,}2\,d$ сек.

езда в быстроходном трамвае $\frac{1.5\,L_m - 0{,}4\,D}{D}\,(35 + 0{,}114D)$

езда в тихоходном трамвае $\frac{0{,}4D}{d}\,(20 + 0{,}140d)$

пересадка 200 сек.

Итого

$$306 + 0{,}2d + 0{,}01D + 0{,}171L_m + \frac{52{,}5\,L_m}{D} + \frac{8D}{d}.$$

Средняя взвешенная продолжительность поездки:

$$T = 192 + 0{,}137d + 0{,}0019D + 114\,L_m + 2{,}5 \cdot \frac{L_m}{d} + \frac{29{,}5\,L_m}{D} + \frac{1{,}5\,D}{d}.$$

Для нахождения оптимальных величин, дифференцируем по D и d отдельно:

$$1)\ \frac{\partial T}{\partial d} = 0\,137 - \frac{2{,}5\,L_m}{d^2} - \frac{1{,}5\,D}{d^2} = 0;\ d^2 = 18{,}7\,L_m + 11{,}2\,D$$

$$2)\ \frac{\partial T}{\partial D} = 0{,}0019 + \frac{1{,}5}{d} - \frac{29{,}5\,L_m}{D^2} = 0;\ \frac{d + 800}{d} = \frac{1\,570\,L_m}{D^2}.$$

Эта группа уравнений разрешима путем пробных подстановок и дает:

для $L_m = 5\,000$ *м* $\quad D = 1\,530, \quad d = 330$

$L_m = 8\,000$ *м* $\quad D = 2\,070, \quad d = 410.$

При средней длине поездки в 3—4 *км* применение данного метода мало целесообразно, так как пассажиры слишком мало могут выгадать, и это не оправдает трудностей, связанных с пересадкой.

Наиболее подходящие условия для применения подобной системы—в больших городах на линиях, ведущих из центра на окраины, с густым движением и большой дальностью поездки. Таковы в Ленинграде линии из центра на завод „Большевик“ (11 *км* длиной), линия от Финляндского вокзала в Озерки (10 *км* длиной) и на Политехнический институт (7 *км*). в Москве—кольцо Б, Ленинградское шоссе, линия на Михалково, по шоссе Энтузиастов и др. На всех подобных линиях число остановок трамвая должно быть резко сокращено—примерно до 1,5 *км* на перегон; параллельно трамваю может быть пущен автобус с густой сетью остановок—более частых, чем имеет в настоящее время трамвай. Можно было бы, вместо автобуса, иметь 4 трамвайных пути, из них 2 крайних—для тихоходного движения, 2 средних—для быстроходного. Но это потребовало бы очень большой ширины улицы и очень дорогого устройства. Можно было бы также поступить обратно: оставить на трамвае частые остановки и пустить рядом быстроходный автобус с редкими остановками. Но, имея в виду, что скорым сообщением будет пользоваться значительное большинство пассажиров, мы таким образом перенесли бы главную нагрузку артерии на автобус, что явно невыгодно, так как автобусная перевозка по себестоимости весьма превышает трамвай. Кроме того, автобус значительно более приспособлен для движения с частыми остановками, давая большие ускорения и замедления. Поэтому наиболее целесообразно бросить главную нагрузку на трамвай, дать ему большие составы и подобрать моторы с высокой характеристикой для получения наибольших скоростей свободного хода, что особенно важно при больших перегонах. Слабое ускорение, являющееся результатом применения больших составов, при больших расстояниях между остановками почти не скажется на итоге скорости.

Для успешного проведения данного метода необходимо провести ряд организационных мер.

Тарифный вопрос должен быть отрегулирован так, чтобы ничто не препятствовало свободному выбору пассажира. Тариф на трамвае и на параллельном автобусе должен быть одинаков, и должна быть обеспечена возможность пересадки без каких-либо доплат. Это обстоятельство лишний раз подчеркивает необходимость единого органа управления всеми видами местного транспорта. К сожалению, именно в столицах СССР—Москве и Ленинграде—автобусы находятся в ведении особой организации, что вообще сказывается самым неблагоприятным образом. Для введения координированной работы на одной магистрали раздельное управление должно быть решительно устранено.

Очень важен вопрос о безопасности уличных пересечений. При большой длине перегона трамвай будет развивать полностью скорость свободного хода на больших протяжениях. Если даже выделить пути трамвая между пересекающимися улицами на самостоятельное полотно, то в местах пересечения должны быть переезды, которые трамвай будет проезжать с большой ско-

ростью. Для охраны от несчастных случаев должна быть на перекрестках устроена сигнализация, зажигающаяся при приближении трамвая, причем, конечно, быстроходному трамваю должно быть дано преимущественное право безостановочного проезда.

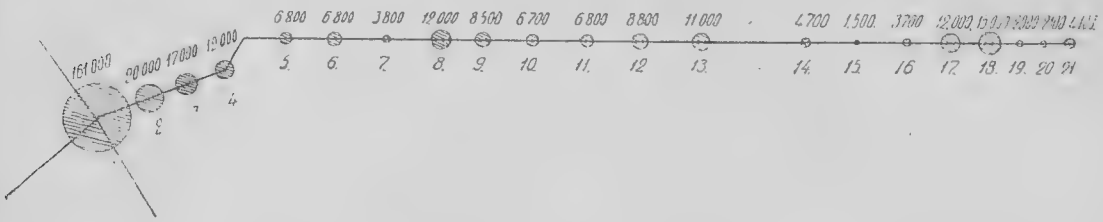


Рис. 26. График оборота остановок на линии от пл. Восстания к зав. Большевик и дер. Мурзинке (Ленинград), за ноябрь 1929 г.

Места крупных остановок трамвая должны быть оборудованы площадками для обеспечения быстрого входа и выхода при большом обороте на них пассажиров. Соответствующая остановка автобуса должна быть как-раз у трамвайной, чтобы облегчить пересадку. Следующие же остановки автобуса надо делать не ближе, чем 350—400 *м* от крупной остановки трамвая, а остальные приблизительно через 250 *м*.

Хорошим примером того, где целесообразно применение двух параллельных путей сообщения, может служит радиальная линия в Ленинграде из центра на завод „Большевик“ и в Мурзинку. Схематический план этой линии с показанием оборота остановок и количества проезжающих пассажиров показан на

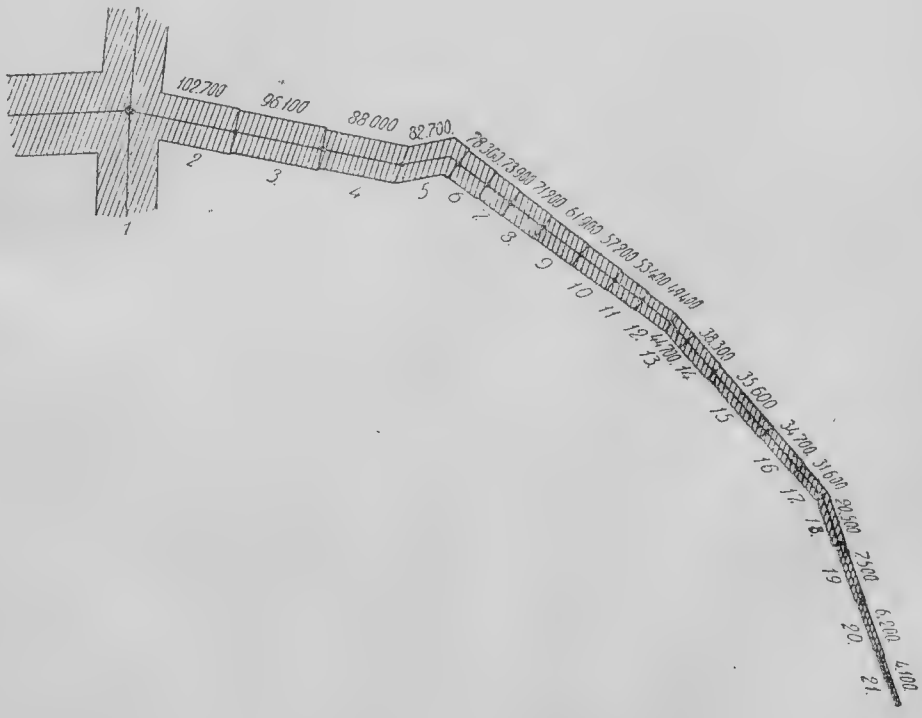


Рис. 27. График пассажирских потоков на перегонах между остановками на той же линии.

рис. 26 и 27. Начиная от Исполкомской улицы и до Мурзинки имеется в настоящее время при длине 10,9 *км* 18 перегонов, т. е. по 605 *м* на перегон. При этом, если ввести движение усиленной скорости, то можно получить, как мы видели в прошлой главе, скорость сообщения 20 *км* в час, и пробег этого участка потребует, следовательно, 33 мин. В случае проведения парал-

лельного автобуса, можно будет сократить число трамвайных перегонов до 7 остановок: Мельница, завод им. Ленина, фабрика „Рабочий“, завод „Экономайзер“, Ново-Александровская, завод „Большевик“, Мурзинка, со средней длиной 1 550 *м*. При этом скорость получится 25,2 *км*/час, пробег участка—26 минут. Анализируя распределение пассажиров, затронутых этой реформой, получим, что из 100 тысяч пассажиров—67 тысяч проедут только в трамвае, 22 тысячи—только в автобусе, 11 тысяч с пересадкой. Последние две группы, хотя автобус будет делать частые остановки, выгадают немного: первая группа выгадает в среднем по 3,3 мин. на человека, итого 3 700 человеко-часов в день, что можно оценить в год суммой 350 тыс. руб. При сохранении существующих остановок потребуется 35 поездов по 3 вагона для получения приемлемого наполнения. При новой системе на трамвае потребуется только 24 поезда, т. е. получится экономия в $11 \times 3 = 33$ вагона. Зато потребуется в движении 15 автобусов, которые будут делать остановки приблизительно через 300 *м* и дадут движение через 8 мин. по всей длине, а в более близких частях к городу—через 5 мин. и 3 мин. В итоге выгадает и хозяйство предприятия. Такой же расчет, проведенный в 1930 г. для 10 участков московской сети, общей длиной 65 *км*, показал возможность съэкономить 130 вагонов, заменив их 70 автобусами.

Успех данного метода может быть еще существенно повышен, если участки с длинными перегонами одновременно выделить на собственное полотно и дать повышенные скорости—до 50 *км* в час после разгона. Скорость сообщения можно легко довести до 28 *км* в час. При таких скоростях необходимы четырехосные вагоны.

Метод параллельного уличного сообщения применяется на трех линиях в г. Детройте—центре автомобильной промышленности САСШ. Этот город чрезвычайно быстро растет и в 1928 г. имел уже население в 1 400 000. Потребность в метрополитене явно назрела, но город не имеет пока возможности получить необходимые средства для его постройки и разрабатывает планы использования быстроходных трамваев. Первоначально намечалось устройство трамвая с четырьмя путями, но и это было слишком дорого. В 1928 и 1929 гг. на трех линиях, длиной каждая около 4 миль = 7 *км*, было устроено скорое трамвайное сообщение, остановки устроены через 1 300 *м*, приняты все меры безопасности включая сигналы на перекрестках, и достигнута скорость сообщения—28 *км*/час. Положение в советских крупных городах очень сходно, и опыт Детройта заслуживает всяческого подражания.

Высокая стоимость автобусных перевозок в СССР, особенно при плохой мостовой, может привести к тому, что значительная часть экономии, получаемой от большескоростного трамвая, будет съедена перерасходами на параллельном автобусе. Поэтому в настоящее время, при необходимости всячески экономить на расходах, можно предложить видоизменение этого метода, состоящее в том, что параллельный автобус не пускается в сквозное движение, а только дает сообщение от крупных станций трамвая к ближайшему району в ту или другую сторону. В этом случае на указанной линии к заводу „Большевик“ потребуется только 8 автобусов и 28 трамвайных поездов, т. е. экономия будет очень значительная (порядка 200 тыс. руб. в год). Но для короткоследующих пассажиров этот способ будет неудобен, ибо заставит их пересаживаться или ходить пешком большие расстояния. Все же при правильной расстановке крупных станций с учетом детальной разбивки пассажиров по месту отправления и назначения можно этот недостаток свести до минимума, давая одновременно скорое сообщение заводскому району, экономию средств и экономию подвижного состава.

§ 28. Метод решения вопроса об отдельных остановках

Такова общая установка по вопросу о выборе частоты остановок. Для каждого конкретного случая, конечно, приходится учитывать местные условия. Место остановки выбирается там, где есть наибольшая потребность—пересечение с большой улицей, крупное учреждение или предприятие. В некоторых случаях приходится учитывать специфические интересы больниц, инвалидных домов, школ и др., которые хотя и не дают сами по себе большого

числа пассажиров, но требуют остановки из соображений безопасности или особой трудности пешего хождения для их обитателей. Остановки безусловно необходимы там, где имеется пересечение с другим трамваем и где возможна пересадка. Часто требуется остановка при пересечении с железной дорогой. Зачастую между близлежащими предприятиями разгораются ожесточенные споры по вопросу о том, близ которого из них должна быть трамвайная остановка. В этом случае легче всего, конечно, пойти по линии наименьшего сопротивления и дать две остановки. Но подобное решение вопроса крайне нежелательно для всей массы пассажиров. При выборе конкретного места остановки можно, разумеется, базироваться только на детальном анализе всех обстоятельств дела.

При малом обороте той или другой остановки возникает вопрос о ее существовании. Для решения этой задачи мы должны получить данные о ее дневном обороте, т. е. о сумме входящих и выходящих пассажиров. Деля это число на число проезжающих в день вагонов (в оба направления), мы получаем средний оборот остановки на 1 вагон. С другой стороны, мы знаем число проезжающих в вагоне пассажиров. Если расстояние от данной остановки A до двух ближайших B и C равно d_1 и d_2 (рис. 28), то в настоящее время пассажиры эти проходят в среднем путь $^1/_4\, d_1$ или $^1/_4\, d_2$. При отмене остановки эти пассажиры соответственно должны будут пройти к ближайшим остановкам в среднем $^3/_4\, d_1$ и $^3/_4\, d_2$, так что они пройдут лишних $^1/_2\, d_1$ и $^1/_2\, d_2$, а в среднем $^1/_4\,(d_1 + d_2)$, т. е. четверть расстояния между ближайшими остановками. На этот путь требуется время из расчета 1,25 *м* в сек., а результат может быть еще помножен на коэфициент порядка 1,5 для учета трудности пешего хождения. Этой цифре следует противопоставить потерю времени всеми пассажирами, находящимися в данном вагоне и не нуждающимися в остановке. Для приблизительных соображений можем принять, что каждая лишняя остановка требует лишних 30 сек., т. е. каждый проезжающий в вагоне пассажир теряет по $^1/_2$ минуты на каждую остановку. Для того чтобы остановку было выгодно сохранить, необходимо, чтобы первое время было больше второго. Так, например, если оборот искомой остановки равен 2 человекам (входящим и выходящим вместе) на каждый вагон, а расстояние до ближайших остановок—350 и 400 *м*, то в среднем эти два человека при отмене данной остановки прошли бы по $^1/_4\ (350 + 400) = 187$ *м* лишних, а всего 375 *м*, что эквивалентно 300 сек., а с коэфициентом 1,5 — 450 сек. Если в среднем в вагоне при этом 20 пассажиров, из которых каждый теряет по 30 сек., а всего 600 сек., то остановка невыгодна, тем более, что эти 30 сек., помимо пассажиров, теряют и вагон с кондуктором и вожатым.

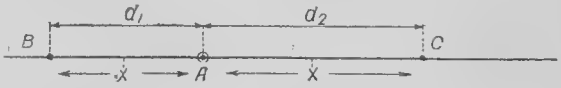


Рис. 28. Выяснение вопроса о целесообразности данной обстановки A.

Если Q_0 — общий оборот данной остановки за день, R—число проезжающих мимо пассажиров, то для оправдания остановки необходимо, чтобы $\frac{Q_0\,(d_1 + d_2)}{2w} > 30\,R$ или в расчете на поезд $\frac{q_0\,(d_1 + d_2)}{2w} > 30\,r$.

На линии с интервалом в 2 минуты при двухвагонных составах каждая лишняя остановка означает лишний вагон в хозяйстве, расход на который получится при данных условиях не менее 5 тыс. руб. в год.

§ 29. Остановки по требованию и временные

Для борьбы с лишними остановками в большинстве городов устраиваются так называемые остановки по требованию, где вожатый останавливается только при наличии ожидающих на остановке пассажиров или при получении сигнала от кондукторов. Если остановки расставлены не слишком часто, и вагоны имеют достаточное наполнение, то потребность в таких остановках мала. Так например, если длина перегона 500 *м*, длина поездки 4 *км*, число пассажиров на километр 8, то на каждой остановке в среднем входит и выходит вместе 8 человек. Для оправдания остановки по требованию

следует поставить условием, чтобы из общего числа проездов вагона через остановку по крайней мере в 25—30% всех случаев не было требований на остановку. При меньшем проценте не оправдываются осложнения, вызываемые подобной остановкой. Понятно, что если в среднем остановка имеет оборот 8 человек, то очень мало будет остановок с оборотом меньше единицы. Остановка по требованию требует со своей стороны хорошей системы сигнализации от всех вагонов непосредственно к вожатому (см. ниже, глава 18), и при трехвагонных составах это требование особенно важно. Неизбежно приходится считаться с известным процентом недоразумений из-за неправильно понятых кондуктором или вожатым знаков. Регулярность движения чрезвычайно страдает, так как при случайном совпадении большого числа остановок по требованию вожатый не может уже нагнать нужной скорости. Выгода же от этих остановок в значительной мере умаляется тем, что как-раз в часы максимума, когда вагоны особенно нужны, и требуется максимальное повышение скорости, эти остановки будут почти все использованы.

В Ленинграде было произведено обследование некоторых наиболее слабоработающих остановок, чтобы определить, как часто они остаются неиспользованными. Оказалось, что только 16 остановок (Чесноков пер., Гимза, Обуховский пер., Кушелевка, Флюгов пер. и т. д.) имеют из общего числа случаев более 30% остановки без надобности. Поэтому в данных случаях можно было не думать об остановках по требованию.

Наоборот, если остановки вообще очень часты, как это еще имеет место в большинстве городов Америки и Зап. Европы, и наполнение невелико, то действительно нет надобности останавливать вагоны на всех назначенных пунктах. Во многих городах все остановки — только по требованию, за исключением узловых и пересадочных пунктов, тарифных участков и пунктов, где остановка вызывается требованиями безопасности (Гамбург, Цюрих, большинство американских городов). Наличие остановок по требованию в большом количестве лишний раз подтверждает неправильность решения задачи в корне. Если остановка не используется совершенно в 20—30% всех поездов, то, вероятно, еще в большем проценте случаев она используется только одним человеком, еще в известном проценте — двумя. Между тем мы выше на примере видели, что один-два пассажира на вагон не оправдывают остановки при средних условиях. Это значит, что если трамвай имеет большое количество остановок по требованию, и они действительно дают достаточный процент случаев неиспользования, то правильнее в интересах всей массы пассажиров данные остановки вообще отменить. Остановки по требованию уместны там, где один пассажир уже оправдывает остановку. Исходя из формулы $\frac{q_0\,(d_1+d_2)}{2w}>30\ r$ и принимая $q_0=1$, получаем

$$d_1+d_2>60\ w.r$$

или при $w=1{,}25$

$$d_1+d_2>75\ r$$

Это будет иметь место в окраинах со слабым движением (например $r=15$, $d_1+d_2=1\,200$ *м*), и только в таких условиях остановки по требованию обоснованы.

Гораздо более обоснованными являются остановки временные, устраиваемые в определенные часы дня, в пунктах, где обычно большой потребности в остановке нет, но где потребность эта возникает в определенные часы: у заводов к моменту начала и конца работы, у театров к началу и концу представлений, у вокзалов и т. д. В этих случаях есть уверенность, что добавленная остановка будет в эти часы использована, исключаются недоразумения, и данная задержка в случае надобности может быть внесена в расписание.

Вообще, как указано выше, в вопросе об остановках необходимо принять во внимание конкретную местную обстановку.

О расположении остановок в узлах и на площадях, об остановках двойных и раздвоенных см. ниже (глава 7).

Глава 6

ПЛАНИРОВКА СЕТИ

§ 30. Общие требования к плану сети

Поскольку без массового транспорта современный город перестает быть единицей, а распадается на отдельные небольшие районы, то пути сообщения и, в первую очередь, пути трамвая являются важнейшими нервами жизни города. В современной науке планирования городов транспорт играет решающую роль, и меньшее место отводится здесь вопросам архитектуры, к тому во многих случаях существующим только на бумаге. Удобные места для промышленных предприятий (причем удобство в первую очередь определяется транспортом), здоровое место для жилья и удобные транспортные нити для связи основных частей города между собой и с обслуживающими их частями — таковы должны быть основные элементы современной планировки городов. Каждая правильно составленная схема как в общем по сети, так и в деталях, может быть архитектурно обработана, и чем целесообразнее технически схема, тем лучше выйдет оформление. До сих пор против этих основ часто грешили и продолжают грешить, и имеется достаточно примеров, когда во многих случаях развитие транспорта властно требует сноса памятников, особняков, дворцов и т. д. Но, помимо часто наблюдающегося пренебрежения к вопросам транспорта, многие теории и методы планирования путей, учитывавшие потребности транспорта только односторонне, не выдержали испытания на практике, и в настоящий момент приводят к огромным ежечасным затруднениям, к необходимости ломки зданий, прокладки новых улиц и пр.

К вопросу о транспортных путях (а основным пассажирским транспортом является трамвай) мы должны подойти, прежде всего, с точки зрения пассажира. Время на подход до трамвайных путей и обратно составляет немалую долю в общем балансе времени пассажира, — в ленинградском примере 8 мин. из 35,3 мин. Расстояние до трамвайной линии и обратно может стоять в известной зависимости от удачного расположения путей и от системы планировки их. Помимо того, при сравнении расстояния, которое пассажир проехал в трамвае, с расстоянием, которое он должен был бы пройти пешком, мы неоднократно наталкиваемся на неудобство трамвайных путей, на лишние повороты и крюки, делающие трамвай бесполезным. Требование кратчайших путей, транзитности — для пассажира на менее важно, чем достаточная густота путей. Значительную роль играет и прямолинейность путей, отсутствие кривых и частых пересечений на основных линиях, мешающих развить достаточную скорость.

Все эти соображения пассажира являются одновременно руководящими и для предприятия, заинтересованного в максимальной скорости и в устранении лишних пробегов. Но, помимо того, предприятие в поисках экономии будет заботиться о сокращении общей длины путей, что находится в противоречии с требованием достаточного приближения путей к пассажиру; дело руководства найти правильную равнодействующую. В современных крупных городах при планировке трамвайных путей все большую роль играет вопрос о пропускной способности путей. Неуклонно возрастающее движение дает такое большое количество поездок, что часто становится невозможным пропускать их по наличным путям. Мы ниже проанализируем это явление более подробно.

План сети неизбежно будет учитывать местные условия — реки, озера, гористые места, сады, парки, направление ветра, здоровый или сырой район. Поэтому о точном выполнении какой-либо схемы не может быть и речи — каждая схема должна быть приспособлена и видоизменена сообразно с местными условиями. Большинство наших современных городов представляет собой явление, исторически сложившееся в ряде поколений и столетий, — начинаясь от средневековья, когда строительство городов шло просто кучей, и план диктовался в первую очередь соображениями безопасности за каменными стенами, — продолжаясь далее через тот период, когда в строительстве

городов преобладали элементы архитектурные, и в середине улиц возводились памятники, а прямолинейные пути упирались в красивые здания и огибали их, — и далее идя через тот период, продолжающийся до настоящего времени, когда строились и строятся теории, учитывающие интересы транспорта, но слишком, однако, односторонне. Все это наследие веков давит на современное градостроительство, заставляя втискиваться в те подчас до крайности узкие рамки, которые были оставлены нам предками. Эти „местные" условия зачастую бывают не менее решающими, чем условия природные. Только в новых городах мы можем строить план по правильным схемам, считаясь только с природными данными.

Но все же мы попытаемся разобрать некоторые принципиально различные схемы путей и сравним их с точки зрения основных требований пассажира и предприятия, для того чтобы полученные выводы могли служить руководящей нитью в большинстве конкретных случаев.

§ 31. Принципиально возможные схемы сети

Простейшей схемой путей является система прямоугольная — прямые линии, пересекающиеся под прямым углом. Крупнейшие города Америки построены в основе по этому принципу, который, особенно в первой половине XIX века, считался наиболее подходящим (Нью-Йорк, Манхатан, Чикаго, Детройт, Мильвоки, Цинцинати, Сен-Луис, Балтимора и др.) (рис. 29, 30, 31).

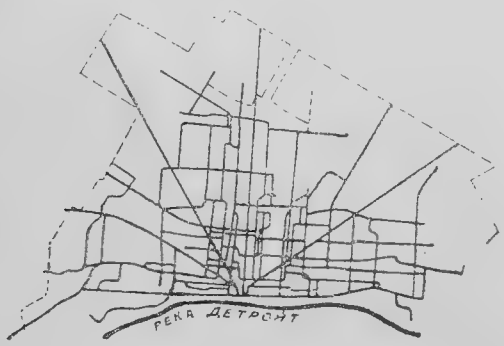


Рис. 29. Схема трамвайной сети г. Детройт (Америка).

Рис. 30. Схема трамвайной сети г. Балтимора (Америка).

Небольшие города часто имеют прямоугольную сетку путей (в СССР — Ростов-на-Дону, рис. 32). С точки зрения компактности и использования кварталов для застройки эта система весьма удобна.

При круглой форме города и небольших его размерах сеть часто принимает вид чисто радиальный — ряд радиусов, выходящих из центра (Харьков, Дармштадт и др., рис. 33 и 34). Центр в этом случае может иметь вид круглой или прямоугольной площади, причем все пути могут влиться в круг, устроенный на этой площади. Отдельные радиусы могут при удалении от центра разветвляться далее в 2—3 направлениях.

Прибавляя к радиусам еще ряд колец вокруг центра города, мы получаем радиально-круговую систему, которая в конце XIX и начале настоящего столетия считалась, а многими и сейчас считается идеальным решением городской планировки. Характерный пример этой системы представляет Москва с двумя кольцами — *А* и *Б* (рис. 35). Здесь некоторым отклонением от теоретической схемы является то, что, вместо одного центра, имеются два — площади Дзержинского и Свердлова, соединенные проездом. Типичную радиально-кольцевую систему сети имеет Вена (рис. 36). Но в Вене центр

из схемы выпал совсем. Малое кольцо охватывает центральную часть города, в которой улицы средневековой постройки до того узки, что трамвай туда не проникает, и радиальные линии прямо вливаются в кольцо. Неполное кольцо дает Кельн (рис. 37), где центр прижат к берегу Рейна, и полукольцо упирается обоими концами в реку. Тенденции к радиально-круговой системе проявляет и Париж.

Если искать правильные фигуры, могущие полностью покрыть площадь, то кроме квадрата, лежащего в основе прямоугольной системы путей, мы можем еще теоретически строить схемы из шестиугольников и треугольников. Первый тип, не дающий прямолинейных путей, не может итти в расчет. Второй тип (рис. 38) также имеет крупные недостатки, вследствие которых его осуществление в чистом виде невозможно. Но все же важно

Рис. 31. Схема трамвайной сети г. Сен-Луис (Америка).

сопоставить эту схему с другими, так как в известных модификациях треугольная система часто входит составной частью в сложные системы.

Такие комбинированные системы могут составляться, на пример, если на прямоугольную систему наложить несколько радиусов, как это имеет место во многих американских городах (рис. 29, 30, 31). Можно сочетать радиально-круговую систему с прямоугольными сетками в отдельных районах или же, исключив единый центр, заменить его прямоугольной сеткой. Такова в принципе сеть путей Лейпцига (рис. 39). Часто, как было указано, прямоугольная система пересекается добавочными диагоналями, и получается смешение ее с треугольной.

Собственно радиально-круговая система принципиально, в отличие от радиальной, означает, что вся сеть от центра до окраин покрыта кругами. Но в действительности мы часто имеем нечто среднее между обеими системами, т. е. радиусы и 1—2—3 круга, не заходящие в самые далекие окраины (см. рис. 40-а, 40-б).

Как характерный пример специфически местных условий можно указать на ромбоидальную схему, которую приходится применять в горных условиях, если город построен на склоне крутой горы. В этом случае улицы и пути не могут взбираться в гору по кратчайшему расстоянию, а идут вкось в два

Рис. 32. Схема трамвайной схемы г. Ростов на/Дону (в 1925 г.).

направления под таким углом, чтобы подъем был не слишком крутой. Такова планировка путей в горной части Цюриха.

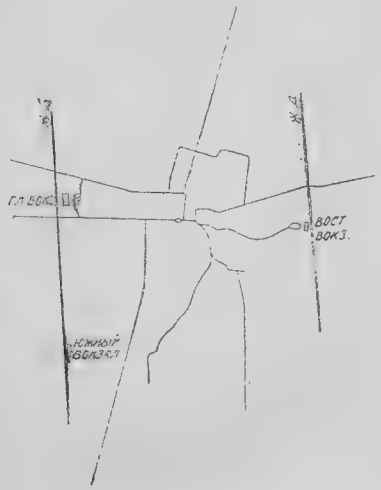


Рис. 33. Схема трамвайной сети г. Дармштадт (Германия).

Рис. 34. Схема трамвайной сети г. Харьков (в 1926 г.)

Постараемся дать сравнительную оценку указанных схем с точки зрения интересов пассажира и предприятия.

§ 32. Сравнение разных схем с точки зрения среднего расстояния до трамвайных путей

Стремление пассажира сократить длину пешего хождения наталкивается на экономическое стремление — сокращать длину путей. Важно осветить, каковы будут результаты для пассажира при одинаковой длине путей, но разных схемах.

При простейшей схеме — квадратной — плотность сети, определяемая числом километров путей L на кв. километр площади города ($l = L : F$) обратно пропорциональна стороне квадрата a. В самом деле, на каждый квадрат площадью a^2 периметр равен $4a$, но каждая сторона обслуживает 2 квадрата, которые она разделяет, поэтому $l = 2a : a^2 = \frac{2}{a}$.

С другой стороны максимальное расстояние δ, которое должен пройти пассажир, будет из центра квадрата до любой стороны, т. е. $\frac{a}{2}$. Таким образом $\delta = \frac{1}{l}$ (рис. 41). Для определения среднего расстояния мы делим квадрат на 4 треугольника двумя диагоналями, из которых каждый тяготеет к определенной стороне квадрата. Если принять совершенно равномерное распределение пассажиров по всей площади квадрата, то мы может применить закон, согласно которого среднее расстояние площади от данной прямой равно расстоянию от этой прямой центра тяжести S площади. Для треугольника среднее расстояние $\delta_m = {}^1/_3\delta$, т. е. $\delta_m = \frac{1}{3l}$.

Рис. 35. Схема трамвайной сети г. Москвы. (в 1930 г.).

К этим рассуждениям нужны несколько существенных поправок (наподобие тех, которые были нами сделаны при разборе вопроса об остановках). Сдной стороны, плотность расселения далеко не одинакова по всей площади квадрата. В качестве трамвайных артерий будут выбираться улицы с крупными домами, учреждениями, заводами, зрелищными предприятиями. Даже слабо

населенная улица быстро приобретает, после прокладки трамвая, первостепенное значение. Центры же кварталов, наиболее удаленные от трамвая, если даже имеют достаточную жилую площадь, то по общественной плотности всегда будут уступать главным артериям. Поэтому действительное среднее расстояние будет значительно меньше, чем $\frac{1}{3l}$.

Мы выше определили среднюю плотность сети путем деления всей длины путей на всю площадь. Если бы население имело равномерную плотность по всему городу, то результат был бы правилен. Однако, на самом деле всегда в центре, где наибольшая плотность населения, бывает и наибольшая плотность путей, на окраинах же, где плотность путей меньше средней, от больших расстояний страдает лишь небольшое число жителей. В итоге, среднее взвешенное расстояние от пассажира до трамвая будет меньше, чем δ_m.

В самом деле, пусть для упрощения город состоит из двух частей: первая с площадью F_1, плотностью населения n_1, стороной квадрата a_1, и вторая — с величинами $F_2 - n_2 - a_2$. Тогда $l_1 = \frac{2}{a_1}$, $l_2 = \frac{2}{a_2}$ и следовательно $L = l_1 \cdot F_1 + l_2 \cdot F_2$; далее $\delta_{m_1} = \frac{1}{3l_1}$, $\delta_{m_2} = \frac{1}{3l_2}$, так что $F_1 \cdot n_1$ пассажиров пройдут по δ_{m_1}, $F_2 n_2$ — по δ_{m_2}, и следовательно среднее взвешенное расстояние

$$\delta_m = \frac{\frac{F_1 n_1}{3l_1} + \frac{F_2 n_2}{3l_2}}{F_1 n_1 + F_2 n_2} = \frac{F_1 n_1 l_2 + F_2 n_2 l_1}{3 l_1 l_2 (F_1 n_1 + F_3 n_2)}.$$

Рис. 36. Схема трамвайной сети г. Вены (Австрия).

Средняя же плотность сети

$$l = \frac{l_1 F_1 + l_2 F_2}{F_1 + F_2}.$$

Перемножая δ_m на $3l$, имеем

$$3\delta_m l = \frac{(F_1^2 n_1 + F_2^2 n_2)\, l_1 l_2 + F_1 F_2 (n_1 l_2^2 + n_2 l_1^2)}{l_1 l_2 [F_1^2 n_1 + F_2^2 n_2 + F_1 F_2 (n_1 + n_2)]} = 1 + \frac{F_1 F_2 (n_1 l_2^2 + n_2 l_1^2 - n_1 l_1 l_2 - n_2 l_1 l_2)}{l_1 l_2 (F_1 + F_2)(F_1 n_1 + F_2 n_2)} =$$

$$= 1 + \frac{F_1 F_2 (n_1 l_2 - n_2 l_1)(l_2 - l_1)}{l_1 l_2 (F_1 + F_2)(F_1 n_1 + F_2 n_2)}.$$

Если $l_2 > l_1$, а $n_1 l_2 < n_2 l_1$, то дробь, приплюсованная к единице, меньше нуля, и следовательно

$$3\delta_m l < 1,$$

или

$$\delta'_m < \frac{1}{3l}.$$

Так, например, если $F_1 = 20$ *км*², $F_2 = 180$ *км*², $n_1 = 30\,000$, $n_2 = 5\,000$. $l_1 = 3$; $l_2 = 1$, тогда $L = 20 \cdot 3 + 180 \cdot 1 = 240$ *км*, $l = 240 : 200 = 1{,}2$; $\delta_{m_1} = \frac{1}{9}$, $\delta_{m_2} = \frac{1}{3}$;

$$\delta_m = \frac{20 \cdot 30\,000 \cdot \frac{1}{9} + 180 \cdot 5\,000 \cdot \frac{1}{3}}{20 \cdot 30\,000 + 180 \cdot 5\,000} = \frac{11}{45} < \frac{1}{1{,}2 \cdot 3}.$$

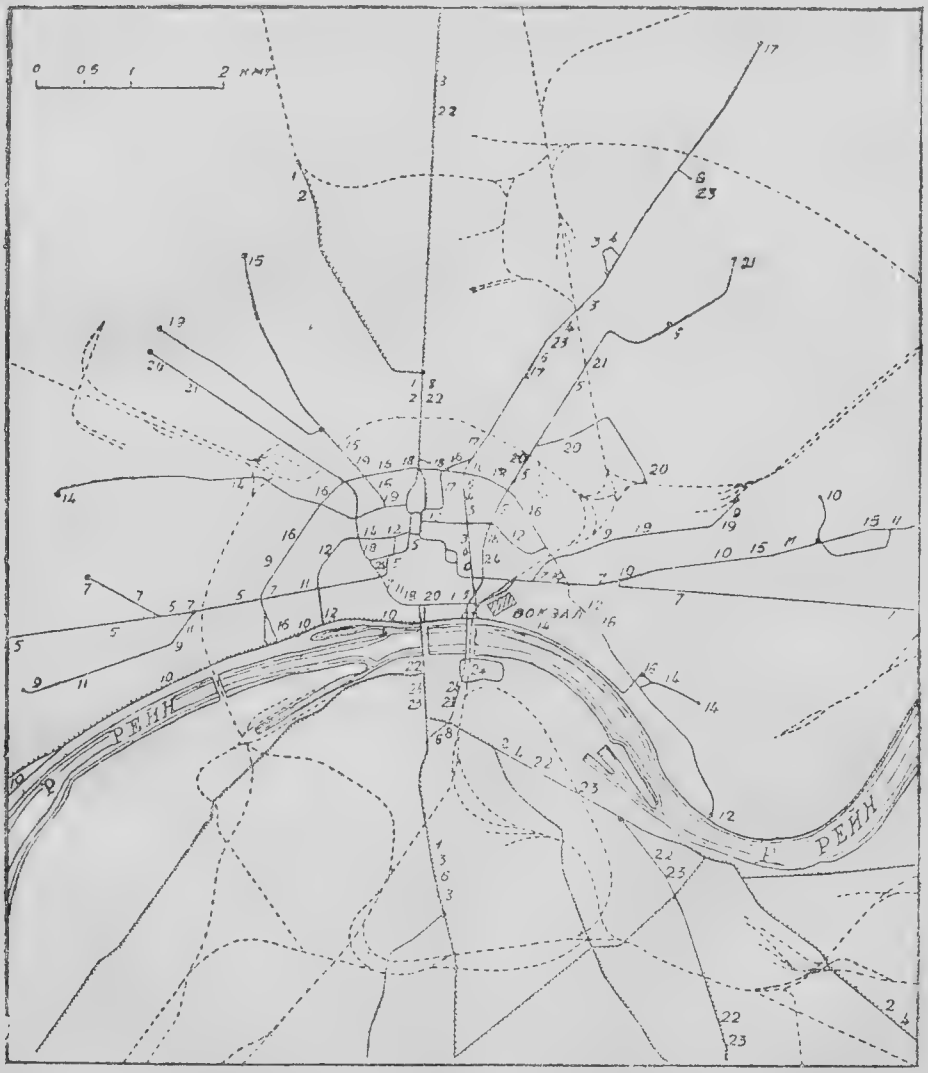


Рис. 37. Схема трамвайной сети г. Кельн (Германия).

С другой стороны, пассажир в действительности далеко не всегда идет к той стороне квадрата, которая ему геометрически ближе, а, учитывая маршрутные соображения, часто направляется к противоположной стороне и этим увеличивает расстояние, пройденное пешком.

Влияние первых двух поправок значительно больше третьей, и $\delta_m < \frac{1}{3l}$. Пожалуй, реальна будет формула $\delta_m = \frac{1}{6l}$. В дальнейшем, однако, для сравнения квадратной сетки с другими схемами исходим пока из теоретической формулы $\delta_m = \frac{1}{3l}$.

Для треугольной схемы со стороной треугольника a имеем на площадь треугольника $\frac{a^2\sqrt{3}}{4}$ периметр $3a$, деленный пополам — $\frac{3a}{2}$, или плотность сети $l = \frac{6}{a\sqrt{3}}$. Максимальная дальность хождения пешком от центра треугольника до стороны будет равна $\delta_m = \frac{a}{2\sqrt{3}}$, или $\delta = \frac{1}{l} \cdot a$ средняя дальность будет и здесь (рис. 38) $\delta_m = \frac{1}{3}\ \delta = \frac{1}{3l}$.

Такой же вывод нетрудно получить и для всякой системы, состоящей из правильных многоугольников, или из любых многоугольников, описанных вокруг кругов. Для радиальной системы при круговом городе с диаметром D и n лучами, длина сети $\frac{nD}{2}$ дает плотность сети

$$l = \frac{n}{2}\ D : \frac{\pi}{4}\ D^2 = \frac{2n}{\pi D}.$$

В то же время максимальная отдаленность от трамвая точки, лежащей на наружной окраине города посредине между радиусами, равна $\delta = \frac{\pi D}{2n}$, или $\delta = \frac{1}{l}$. Точно так же и здесь $\delta_m = \frac{1}{3}\ \delta = \frac{1}{3}\ l$ (рис. 42).

То же получим и для радиально-круговой системы, учитывая, что каждая элементарная ячейка приблизительно квадратична, и, следовательно, вся система схожа с квадратной.

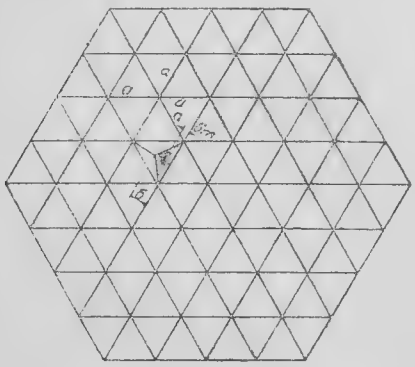


Рис. 38. Треугольная схема путей.

Мы можем взять и более конкретный пример (рис. 43). Задаваясь максимальным расстоянием δ от любой точки до трамвайных путей, мы чертим круг радиусом δ, далее радиусами 3δ, 5δ и 7δ. Внутрь малого круга трамвайные пути не входят, первое кольцо (между кругами с радиусами δ и 3δ) прорезается 6 радиусами, так что расстояние между радиусом, считая по средней окружности (радиусом 2δ), будет также приблизительно 2δ. Второе кольцо прорезается 12 радиусами, третье—18 радиусами, а за наружный круг выпускаем на длину δ еще 24 радиуса. Итого площадь города, радиусом $8\delta \cdot F = \pi \cdot (8\delta)^2 = 64\pi\delta^2$, разрезана на приблизительно квадратные площадки. Вся длина путей

$$L = 2\pi \cdot \delta + 2\pi 3\delta + 2\pi 5\delta + 2\pi \cdot 7\delta + 6 \cdot 2\delta + 12 \cdot 2\delta + \\ + 18 \cdot 2\delta + 24 \cdot \delta = (32\pi + 96)\,\delta,$$

и плотность сети

$$l = L = F = \frac{\pi + 3}{2\pi\delta} \simeq \frac{1}{\delta}$$

и соответственно

$$\delta = \frac{1}{l},\ \delta_m = \frac{1}{3l}.$$

Для продолговато-прямоугольной сетки путей со сторонами a и b ($a > b$ — рис. 44) имеем плотность сети $l = \frac{a+b}{ab}$. Для определения средней дальности до трамвайной линии, при равномерном распределении пассажиров по площади, разделяем линиями, идущими из углов прямоугольника под 45° к его сторонам, всю площадь на 4 зоны тяготения — 2 треугольника и 2 трапеции. Площадь треугольников — $2 \times \frac{b^2}{4}$, средняя дальность — $\frac{b}{6}$; площадь трапеций — $ab - \frac{b^2}{2}$, средняя дальность — расстояние центра тяжести $= \frac{(3a-2b)\,b}{6\,(2a-b)}$, в итоге средняя дальность

$$\delta_m = \frac{\frac{b^2}{2} \cdot \frac{b}{6} + \left(ab - \frac{b^2}{2}\right) \cdot \frac{(3a-2b)\,b}{6\,(2a-b)}}{a-b} = \frac{(3a-b)\,b}{12a}$$

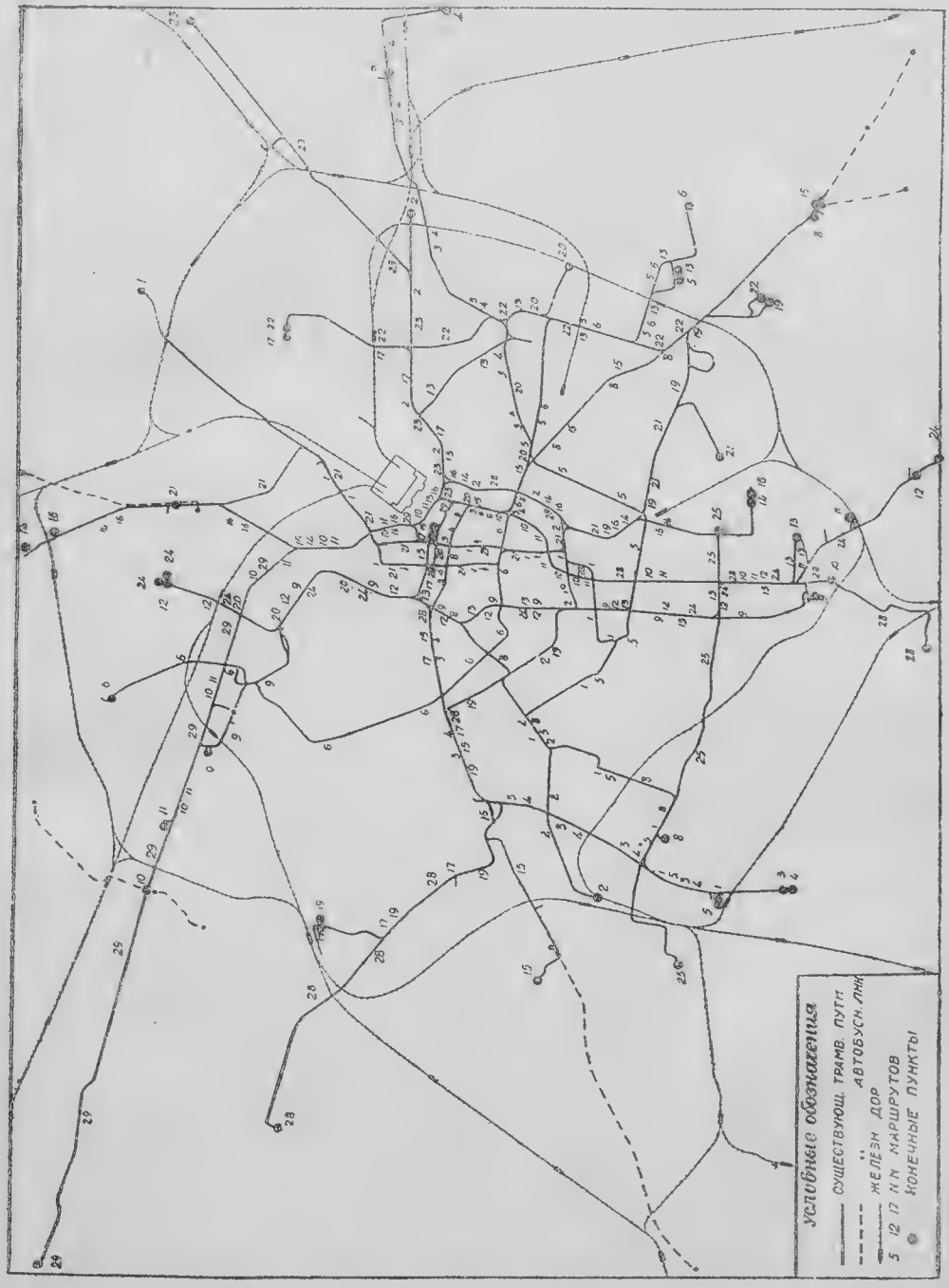
произведение $\delta_m \cdot l = \frac{(3a-b)\,(a+b)}{12a^2}$ дает при

$$b = a - \delta_m l = \frac{1}{3},\ \delta_m = \frac{1}{3l}$$

$$b = \frac{1}{2}\ a, - \delta_m \cdot l = \frac{5}{16},\ \delta_m = \frac{5}{16l}$$

$$b = \frac{1}{3}\ a, - \delta_m \cdot l = \frac{8}{27},\ \delta_m = \frac{8}{27l}.$$

Это значит, что для продолговатых прямоугольников среднее расстояние до трамвайных путей δ_m немного меньше, чем $\frac{1}{3l}$. В пределе, при очень растянутых прямоугольниках ($b = 0$) имеем $\delta_m = \frac{1}{4} b$, т. е. несколько менее, чем по формуле $\delta_m = \frac{1}{3} l$.



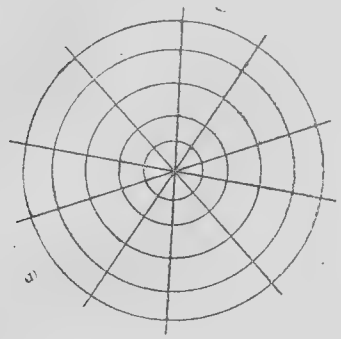
М. 1:100.000

Рис. 39. Схема трамвайной сети г. Лейпциг (Германия).

Рассмотрев все указанные случаи, мы убеждаемся в том, что формула

$$\delta_m = \frac{1}{3} l$$

имеет почти универсальное значение, независимо от формы сети. Поправки, изложенные при рассмотрении квадратной сети, будут относиться одинаково и к другим формам сети. Вывод получился



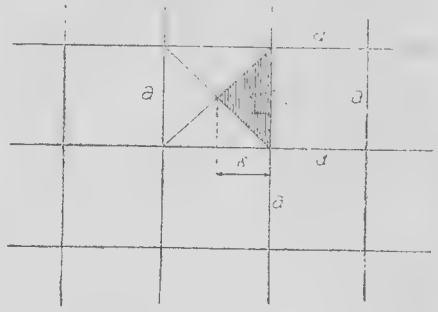
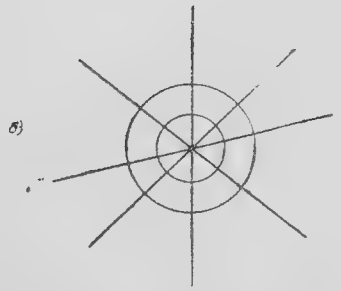


Рис. 41. Определение расстояния хождения пешком для кватратной сетки путей.



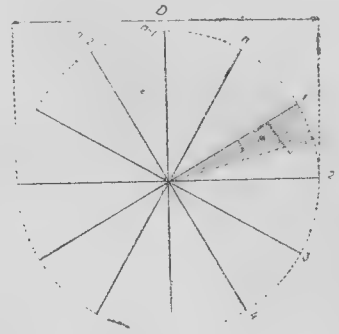
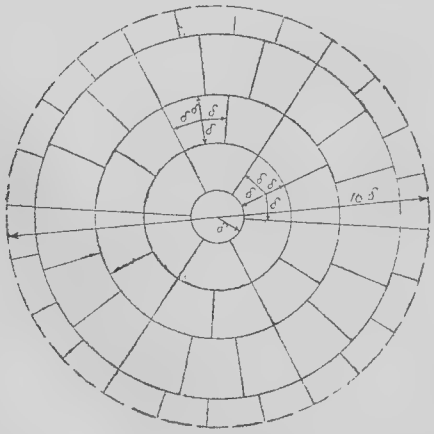


Рис. 40. Собственно радиально-круговая схема (а) и промежуточная между радиальной и радиально-круговой (в).

Рис. 42. Определение расстояния хождения пешком для радиальной сетки путей.

несколько неожиданный—при заданной плотности сети l среднее расстояние хождения пешком δ_m не зависит от формы сети, и, следовательно, изменением плана сети нельзя достигнуть экономии путей.



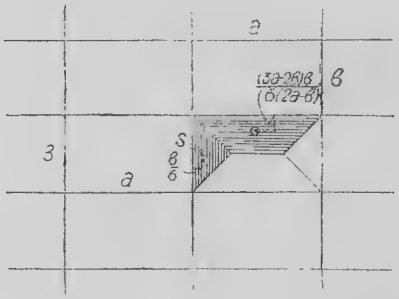


Рис. 43. Определение расстояния хождения пешком для радиально-круговой сетки путей.

Рис. 44. Определение расстояния хождения пешком для прямоугольной сетки путей.

Если эту формулу с учетом приведенных поправок превратить в $\delta_m = \frac{\lambda}{6t}$, то получим для

$$t = 0{,}25 - \delta_m = 1{,}33 \text{ км}, \; t = 1\,070 \text{ сек.}$$

0,5	= 0,667	„	540 „
1	= 0,333	„	270 „
2	= 0,167	„	135 „
4,0	= 0,083	„	70 „

§ 33. Сравнение разных схем по коэфициенту непрямолинейности

Второй важный критерий—минимум расстояния, которое пассажир должен проехать в трамвае, по сравнению с прямой, соединяющей точку отправления и назначения. В этом отношении основные схемы далеко не одинаковы.

Прямоугольная система в ее чистом виде, с квадратной сеткой или удлиненными прямоугольниками дает довольно неблагоприятный коэфициент — отношение пройденного в трамвае расстояния к прямой линии. Максимум этого отношения получается для квадрата, сумма сторон относится к диагонали, как $\sqrt{2} = 1{,}414$. Если такой коэфициент еще терпим для небольших расстояний в 1—2 *км* (хотя и в таких случаях он часто влияет на выгодность трамвая), то при больших расстояниях линий пробег в трамвае чрезвычайно важен и с точки зрения времени пассажира и вследствие лишних расходов предприятия, примерно пропорциональных пробегу. Это является основным

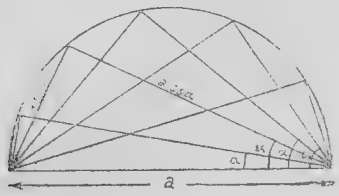


Рис. 45. Определение среднего коэфициента непрямолинейности для прямоугольной сетки путей.

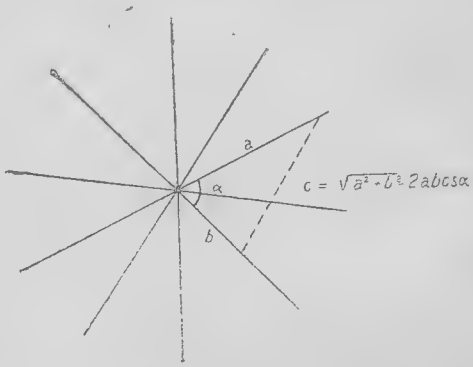


Рис. 46. Коэфициент прямолинейности радиальной сетки путей.

недостатком прямоугольной системы, особенно сказывающимся при связи центра города с окраинами, расположенными по диагоналям квадрата. Вследствие этого, в городах, построенных первоначально по прямоугольной схеме, по мере их роста все резче выявляется необходимость в диагоналях — радиусах, проведение которых иногда производится весьма болезненно — вплоть до сноса десятков многоэтажных домов (Чикаго, Детройт, Балтимора и др.).

Приведенный коэфициент 1,414 является максимумом—при квадрате. При любом другом прямоугольнике с отношением сторон $1 : \lambda$, коэфициент непрямолинейности, как мы его назовем, равен $\frac{1+\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}$ и колеблется от 1 до 1,414. Чтобы определить приблизительно среднее взвешенное отношение, задаемся диагональю прямоугольника a и меняем угол α в пределах от 0 до 90° (рис. 45). Тогда отношение $\frac{1+\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}$ для угла α равно $(\cos\alpha + \sin\alpha)$ и дает максимум при $\alpha = 45°$. В среднем же коэфициент непрямолинейности

$$\varepsilon = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\alpha + \sin\alpha) \cdot d\alpha}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} d\alpha} = \frac{(\sin\alpha - \cos\alpha)\Big|_0^{\frac{\pi}{2}}}{(\alpha)\Big|_0^{\frac{\pi}{2}}} = \frac{2}{\frac{\pi}{2}} = \frac{4}{\pi} = 1{,}273.$$

Это значит, что в среднем, при прямоугольной системе, и пассажир и вагоны делают на 27,3% больше пробега, чем было бы необходимо при идеальной трассировке путей.

Еще более высокий коэфициент получаем для чисто радиальной системы, поскольку сообщение любых пунктов может производиться только по радиусу, и, следовательно, пункты, лежащие не на одном радиусе, и, особенно, лежащие на близких радиусах, дают очень высокий коэфициент. Если угол между радиусами α, радиусы a и b, то коэфициент непрямолинейности равен (рис. 46)

$$\frac{a+b}{\sqrt{a^2+b^2-2ab\cos\alpha}}.$$

При $a=b$ получаем коэфициент $\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}$, а для $d=30°$ (12 радиусов) — коэфициент равен 3,86. При таком коэфициенте вряд ли пассажир будет пользоваться трамваем. Поэтому радиальную систему можно применять лишь в малых городах, да и там она оказывается хуже, чем прямоугольная. Средний взвешенный коэфициент непрямолинейности для чисто радиальной системы получается уже 1,38 (расчетов, в виду их сложности, мы не приводим), т. е. еще значительно выше, чем для прямоугольной системы.

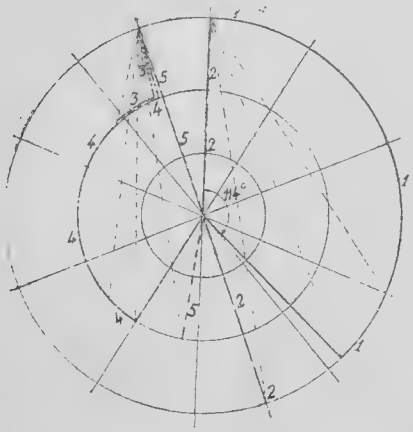


Рис. 47. Коэфициенты непрямолинейности радиально-круговой сетки путей в разных случаях.

При росте города потребность в сообщениях по кругам становится чрезвычайно настоятельной, и тогда данная система превращается в радиально-круговую, которая отмечается значительно меньшим коэфициентом. Исходя из точки, лежащей на наружном круге, мы сперва соединяем ее с другими точками того же круга. Для ближайших точек коэфициент непрямолинейности немного больше единицы, а далее все увеличивается, вплоть до той точки, где пассажиру становится невыгодно ездить по кругу, и он начинает ездить по двум радиусам. Это будет точка с углом α, при котором $2r=r\cdot\alpha$, $\alpha=2$ (в круговых единицах) $=114°$ (рис. 47). В этой точке коэфициент непрямолинейности равен $\frac{2}{2\sin 57°}=1{,}19$. Для точек, еще более удаленных от исходной, коэфициент опять уменьшается и доходит до единицы.

Если исходную точку соединять с точками, лежащими на круге меньшего радиуса, то вначале коэфициент непрямолинейности быстро возрастает и, в частности, для сравнительно малых расстояний и точек, расположенных под углом 45° к радиусу исходной точки, доходит почти до $\sqrt{2}$ или 1,40, но в дальнейшем опять быстро падает, причем и здесь сообщение сперва будет производиться по радиусу исходной точки и по кругу меньшего радиуса, а начиная от $\alpha=114°$, пассажир предпочтет ездить по двум радиусам. Для точки $\alpha=114°$ коэфициент непрямолинейности будет меньше, чем 1,19. Определяя средний взвешенный коэфициент (расчет мы выпускаем), получаем 1,098 для всей системы.

Таким образом радиально-круговая система уже дает (конечно, в ее идеальном виде) вполне благоприятный результат, т. е. всего 9,8% лишнего пробега.

Несколько еще лучше треугольная система. Наибольший коэфициент неравномерности получается при движении в направлении, перпендикулярном к одной либо из трех осей системы, или по диагонали ромба с углами 60° и 120°. В этом случае коэфициент равен $2:\sqrt{3}=1{,}158$. Для других направлений коэфициент меньше; при сообщении по какой-либо из осей, он равен единице.

В итоге для всей системы коэфициент получается 1,09, т. е. несколько ниже, чем при радиально-круговой. Данная система для малых расстояний особенно лучше радиально-круговой, ибо она никогда не дает коэфициентов выше 1,158, но и для очень больших расстояний оказывается несколько благоприятнее.

Смешанные системы имеют коэфициенты средние по отношению к образующим их системам. Так, например, прямоугольная система с наружными радиусами будет иметь коэфициент, уже приближающийся к наилучшим схемам.

Вполне удовлетворительные результаты дает радиально-круговая система с ограниченным числом кругов, так как сообщение отдаленных окраин между собою невелико по объему.

Данный вопрос чрезвычайно важен вследствие того, что стоимость всего транспорта примерно пропорциональна пробегу вагонов. Поскольку, например, прямоугольная система дает коэфициент почти на 20% выше радиально-круговой, то и длина поездки и время поездки пассажира увеличиваются примерно на 20%. Для Ленинграда, например, суммарный перерасход средств предприятия и времени пассажиров, если бы город был построен по прямоугольной системе, можно оценить примерно в 15 млн. руб. в год.

§ 34. Пропускная способность путей, остановок и узлов

Переходя к следующему чрезвычайно важному критерию — пропускной способности, мы должны прежде всего уяснить себе сущность этого вопроса. К сожалению, последний часто понимают превратно, в особенности в том случае, когда на трамвайное движение переносят условия железнодорожного движения.

Рассмотрим сперва пропускную способность двухколейного пути, на котором в каждом направлении безостановочно движутся поезда со скоростью v. Интервал между вагонами определяется соображениями безопасности: при внезапной остановке переднего поезда задний вожатый должен суметь надежно затормозить свой поезд. Допуская, при не особенно плохом пути замедление не более 1 *м*/сек.^{2} и принимая 3 сек. как время, необходимое для реакции вожатого и на запоздание тормозного действия, получаем расстояние между поездами

$$3v + \frac{v^2}{2}$$

к этому прибавим еще длину поезда L и некоторое запасное расстояние δ, итого интервал по расстоянию:

$$\Delta = L + \delta + 3v + \frac{1}{2} v^2$$

интервал по времени:

$$\tau = \frac{\Delta}{v} = 3 + \frac{1}{2} v + \frac{L+\delta}{v}.$$

Эта величина имеет минимум при определенной скорости, получаемой при дифференцировании

$$\frac{\partial \tau}{\partial v} = \frac{1}{2} - \frac{L+\delta}{v^2} = 0; \quad v = \sqrt{2(L+\delta)}.$$

Так, например, для двухвагонных составов при $L = 22$, $\delta = 10$ *м* получаем оптимальное $v = 8$ *м*/сек., при котором

$$\tau_{\min} = 11 \text{ сек.}$$

Те же законы действуют и при густом автомобильном движении, но там $L \cong 6$ *м*, $\delta \cong 3$, откуда $v_{\min} = 4{,}3$ *м*/сек. $= 15$ *км*/час. Эта скорость действительно получается на улицах в больших городах в моменты особой перегрузки их машинами.

Для трамвайного движения, однако, не это условие действительно ограничивает интервал, а необходимые в пути остановки. Время подхода вагона к остановке и пребывания на ней значительно больше, чем интервал, возможный с точки зрения безопасности в безостановочном движении. Особенно важную роль играют крупные остановки с большим оборотом пассажиров. Здесь мы чаще всего на загруженных улицах наблюдаем хвосты вагонов, предел пропускной способности достигнут или почти достигнут, и малейшая нерегулярность в прибытии вагонов вызывает их простои.

Если присмотреться к процессу, происходящему у любой такой крупной и загруженной остановки, то картина получается следующая. На остановке

стоит поезд, на котором происходит посадка и высадка пассажиров. Поезд, подходящий сзади, поскольку пропускная способность линии почти исчерпана, старается подойти по возможности ближе и становится на расстоянии нескольких метров от первого. Когда первый поезд трогается с места, задний с небольшим опозданием в 1—3 сек. также двигается, чтобы занять его место. При этом задний поезд, чтобы не наехать на предшествующий, будет развивать ускорение несколько менее переднего. Разогнавшись несколько, задний поезд подтормаживает и останавливается у места. Начинается посадка и высадка. Когда они кончились, вожатый еще должен ждать сигнала из вагонов, на что уходит 3—4 сек., зависящие от расторопности кондукторов. По получении сигналов и вожатый допускает задержку, обыкновенно на 1—2 сек., и лишь тогда поезд трогается, а вслед за ним с небольшим опозданием спешит занять его место еще следующий. Графически движение поездов через остановку показано на рис. 48.

Руководствуясь этим описанием, мы можем вычислить минимальный интервал, исходя из заданных условий движения. Интервал от момента трогания первого поезда с остановки до трогания второго с того же места мы разбиваем на следующие составные части:

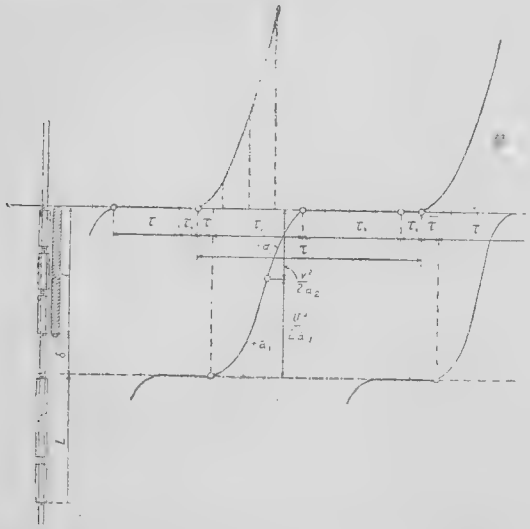


Рис. 48. График движения поездов, 4 остановки при заполнении пропускной способности до предела.

1) Опоздание последующего поезда объясняется не только психологическим замедлением, но и соображениями безопасности — задний поезд должен суметь затормозить во время, если передний внезапно остановится. Как указано, это время $\tau_1 = 1—3$ сек.

2) Время подхода заднего поезда к положенной остановке зависит от длины поезда и допущенного зазора между поездами, от ускорения при трогании и замедления при торможении. Ускорение заднего поезда в интересах безопасности, будет всегда несколько меньше, чем ускорение предыдущего. Большого замедления также при этом передвижении допустить нельзя, так как вожатый при малости расстояния рискует остановиться не точно на положенном месте.

Если ускорение a_1, замедление a_2, максимально-достигнутая скорость v, то пройденный путь

$$L + \delta = \frac{v^2}{2a_1} + \frac{v^2}{2a_2},$$

а время

$$\tau_2 = \frac{v}{a_1} + \frac{v}{a_2},$$

так что

$$(L + \delta) = \frac{1}{2}\tau_2^2 : \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}\right)$$

или

$$\tau_2 = \sqrt{\frac{2(L + \delta)(a_1 + a_2)}{a_1 \cdot a_2}}.$$

Трудно при указанных обстоятельствах рассчитывать получить $a_1 > 0{,}5$; $a_2 > 0{,}7$; принимая $a_1 = 0{,}4$, $a_2 = 0{,}6$, получаем:

$$\tau_2 = \sqrt{8{,}33(L + \delta)}.$$

Это дает при трехвагонном составе из нормальных двухосных вагонов $L = 32$, $\delta = 3$ *м*

$$\tau_2 = \sqrt{8{,}33 \cdot 35} = 17{,}2 \text{ сек.}$$

Для двухвагонного состава $L + \delta = 25$ имеем $\tau_2 = 14{,}5$ сек.; для одиночных вагонов $L + \delta = 15$ $\tau_2 = 11{,}2$ сек.

На Ленинградском трамвае многократные наблюдения с секундомером в руках дали при двухвагонных поездах 16—20 сек., т. е. несколько больше, что объясняется очень малыми ускорениями и замедлениями.

3) Время посадки и высадки τ_3 зависит от числа входящих и выходящих пассажиров и от устройства входных дверей вагонов. Мы уже видели выше, в каких пределах колеблется длительность (β) посадки и высадки одного пассажира. Количество входящих и выходящих в значительной мере зависит от местных условий, от времени дня, от пересекающих улиц, от возможностей пересадочного сообщения. Для крупных ленинградских остановок в часы максимума на каждый вагон приходится, в среднем, до 15 (q') входящих. Считая для каждого пассажира 1,75 (β) сек., получаем всего $\tau_3 = 26$ сек. ($= \beta q'$).

Для трехвагонных составов τ_3 при одинаковом среднем, на вагон будет немного больше, чем для двухвагонных, а для последних больше, чем для одиночек, так как, хотя пассажиры стараются распределиться при посадке возможно равномернее, чтобы скорее попасть в вагон, все же в их распределении неизбежно возникает неравномерность, и поезд должен ждать конца всей посадки и высадки. Эта неравномерность может, по наблюдениям, дать для трехвагонных составов, при одинаковой средней посадке на вагон стойку на 5—8% большую, чем для одиночек, что дает около 2—3 сек., так что

$$\tau_3 = \beta q' + (2—3 \text{ сек.}).$$

Что касается неравномерности в посадке между последующими поездами, то они неизбежны, в виду не совсем равномерного прибытия пассажиров, нерегулярности в движении вагонов и, особенно при движении по одной линии, разных маршрутов. Эта неравномерность и является главной причиной образования больших хвостов вагонов в момент приближения к пределу пропускной способности, так как при абсолютно регулярном движении всегда сзади стоял бы только один поезд. В итоге эти очереди рассасываются, а не накапливаются, вследствие чего мы должны для исчисления предельной пропускной способности считаться не с максимальной посадкой в один поезд, а со средней посадкой на вагон (q').

По существу говоря, время τ_3 частично сливается с временем τ_2 — часть пассажиров уже во время подхода вагона к месту нормальной остановки и даже во время стоянки его в хвосте входит и выходит из него, тем самым облегчая положение на основной остановке. Против такого образа действий обычно с точки зрения безопасности борются административные правила, но для пропускной способности эти недозволенные посадки иногда оказываются существенным облегчением.

4) Задержка отправки кондукторами и вожатым зависит от величины состава, дисциплинированности персонала и устройства сигнализации. При одиночках и при внимательном персонале на подачу сигналов и трогание вагона с полным соблюдением всех правил безопасности можно положить $\tau_4 = 1—2$ сек. При трехвагонных составах вопрос осложняется подачей сигнала от всех вагонов к вожатому. Если сигналы давать по очереди от одного кондуктора к другому, то на весь процесс передачи сигнала может уйти 5—6 сек. Во многих городах Германии это так и получается. Если из каждого вагона давать особый звуковой сигнал (рожок, свисток и звонок), как в Вене, то возникает опасность, что вожатый не услышит сигнала с заднего вагона. Наилучшее решение получается при электрической сигнализации из всех вагонов к вожатому (подробное описание таких систем дано ниже), — при этом время задержки $\tau_4 = 1—2$ сек., как и для одиночки, но, как указано, в самом времени τ_3 содержится добавка на неравномерность посадки при составах больше одного вагона.

Складывая все четыре элемента времени, получаем минимальный интервал

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = (1—3) + \sqrt{\frac{2(L+\delta)(a_1+a_2)}{a_1 \cdot a_2}} + \beta q' + (1—6) \text{ сек.}$$

Это дает для двухосных одиночек в среднем — $\tau = 15 + \beta q'$,
„ двухвагонных составов — $\tau = 19 + \beta q'$,
„ трехвагонных составов — $\tau = 23 + \beta q$.

Если обозначить через λ число вагонов в поезде, то можем писать:

$$\tau = 11 + 4\lambda + \beta q'.$$

При очень частых остановках, больших ускорениях и замедлениях и вагонах-одиночках можно дойти до $\tau = 18$ сек., — такая частота действительно наблюдается как максимум в Америке.

Разберем теперь другой случай пропускной способности — пропуск вагонов через узлы. Простейшими узлами при двухпутной линии являются крест и ответвление.

В кресте (рис. 49) оба пути одного направления пересекаются с обоими путями другого. Мы принимаем, что на всех 4 остановочных пунктах стоят готовые к отправке поезда. Если длина поезда L, а расстояние от лобовой стенки вагона до пересечения Δ (определяется шириной улицы), то, допуская ускорение a_1, путь будет пройден во время $t' = \sqrt{\frac{2(L+\Delta)}{a_1}}$, причем скорость в момент выхода вагона из пересечения $v' = \sqrt{2a_1(L+\Delta)}$. Для одиночных вагонов ($L = 10$) при узких улицах ($\Delta = 8$) и принимая $a_1 = 0{,}5$, имеем $v' = 4{,}3$ *м*/сек. $=$ $= 15$ *км*/час. Многие трамваи не допускают проезда по крестовинам с такой скоростью. Здесь сталкивается стремление сохранить от износа подвижной состав и крестовину с желанием максимально повысить пропуск вагонов. Если допустить как предел $v = 18$ *км*/час $= 5$ *м*/сек, то при $L + \Delta = 18$ можно еще свободно ускорять поезд вплоть до пересечения. Но уже при $L + \Delta = 25$ *м* мы в момент прохода через крестовину имеем $v = 5$ *м*/сек, а дальнейшее увеличение скорости недопустимо. Поэтому для двухвагонных составов и более широких улиц ($L + \Delta > 25$) мы должны принять, что первые 25 *м* поезд проходит с ускорением 0,5, затратив на них 10 сек., а дальше, выключив ток или ездой на реостатах, вожатый двигается со скоростью 5 *м*/сек, так что время на проход пересечения равно $\tau' = 10 + \frac{L+\Delta-25}{5} = 0{,}2\ (L+\Delta) + 5$ сек. С известным приближением эта формула приемлема и для $(L+\Delta) < 25$, так что получаем:

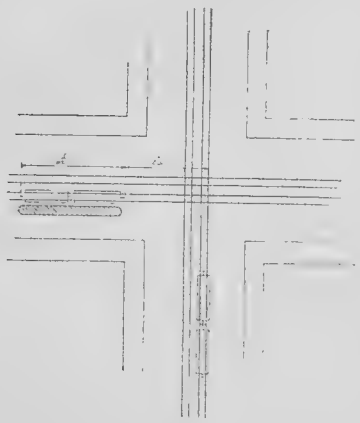


Рис. 49. Пропускная способность креста.

для одиночек и узких улиц

$$(L = 10,\ \Delta = 8) - \tau' = 9 \text{ сек.}$$

для двухвагонных составов и широких улиц

$$(L = 20,\ \Delta = 15) - \tau' = 12 \text{ сек.}$$

для трехвагонных составов и очень широких улиц

$$(L = 32,\ \Delta = 18) - \tau' = 15 \text{ сек.}$$

В Ленинграде при двухвагонных составах время τ' наблюдениями было определено в 15 — 17 сек. Это объясняется большой осторожностью ленинградских правил движения по крестовинам (не более 10 *км* в час). В Берлине на площади Potsdamerplatz, где вагоны пропускаются вместе со всеми прочими экипажами, в течение промежутка в 35 сек. успевает пройти 3 двухвагонных поезда, причем ускорения и скорости очень велики, но величина Δ, в виду больших размеров площади, также велика.

Для общей пропускной способности узла чрезвычайно важно, как будут пропускаться вагоны: при беспорядочном пропуске для 4 поездов с четырех углов потребуется время $4\tau'$; между тем, встречные вагоны можно пропускать одновременно, — в этом случае для 4 поездов требуется только время $2\tau'$. Если пропускная способность находится на пределе, то на всех углах всегда будут ждать вагоны, и потому такой совместный пропуск в общем возможен.

Таким образом, для каждого направления отдельно крест пропускает составы через 18 — 30 сек., в зависимости от их длины и ширины улицы.

Можно было бы при широких улицах несколько выгадать на пропускной способности, если допустить трогание поездов на пересечение еще до полного выхода поперечных поездов. Но такая езда чрезвычайно опасна и должна быть категорически запрещена не только с точки зрения наезда вагона на вагон, но и вследствие неизбежных наездов вагонов на пешеходов и экипажи, которые всегда ориентируются на параллельно идущий трамвай.

Приблизительно то же получается и при ответвлении (рис. 50). Правое направление по прямой AB ни с каким другим не пересекается, но встречное по кривой CD пересекается с обоими по прямой (ED и AF). Величина Δ для

направления ED больше, чем при кресте, для AF — меньше, так что в итоге, если ED и AF пропускать одновременно, минимальный интервал получится примерно такой же, как и при кресте.

Сложные узлы при двухпутной линии всегда могут складываться из крестов и ответвлений. Мы еще ниже остановимся более детально на некоторых типичных узлах. Для наших ближайших задач важно еще пересечение в одном узле 3 и более (n) двухпутных линий. Если это пересечение устроить в общей сложной крестовине (рис. 51), то не трудно убедиться, что, при наиболее благоприятном пропуске поездов, минимальный интервал получится $n\tau'$. Площадь должна быть довольно велика, вследствие чего путь вагона от остановки до пересечения Δ также довольно велик — около 30—40 *м*, и следовательно τ' будет не менее 20 сек. Если же слить отдельные линии в общее кольцо, двух- или многопутное, то все же пропускная способность, как увидим ниже, не увеличится.

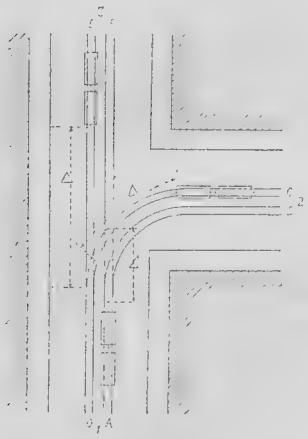


Рис. 50. Пропускная способность простого ответвления.

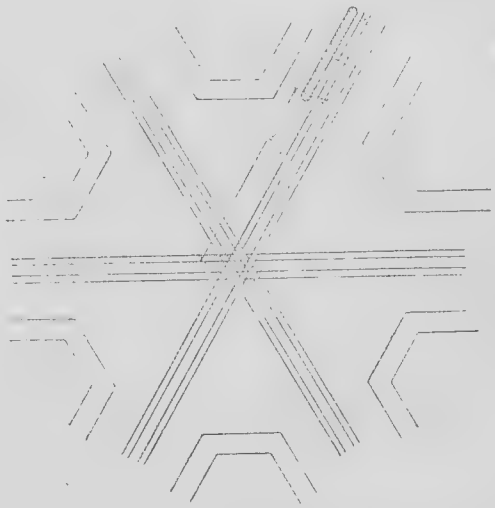


Рис. 51. Пропускная способность узла с пересечением многих линий.

Мы разобрали два случая: остановку в прямом пути и узел без крупных остановочных пунктов. В действительности же наиболее крупные остановочные пункты чаще всего лежат в узлах, в результате чего пропускная способность еще несколько снижается. Если рассматривать вопрос с точки зрения остановочного пункта и взять в качестве примера крест, то, в течение времени стоянки вагона на остановке, будут пропускаться вагоны поперечного направления. Если весь пропуск вагонов будет происходить идеально, без всяких неравномерностей, то вопрос будет решаться тем, какое время больше: стоянка для посадки и высадки с добавочными задержками или проход пересекающих поездов. Обычно первая величина $(\tau_3+\tau_4)$ больше второй (τ'), и в идеальном случае можно было бы успеть пропустить поперечные вагоны во время стоянки первой пары, так что пропускная способность от наличия узла не уменьшилась бы. На самом деле мы часто наблюдаем, что вожатый, совершенно готовый после крупной посадки, не может тронуться с места из-за пересекающих поездов. Это объясняется неизбежной неравномерностью в подходе поездов, в посадке и высадке. Из-за этой неравномерности невозможно так же рассчитывать на совершенно одновременный пропуск встречных поездов, так как посадка и высадка в них будут оканчиваться не одновременно; а поскольку посадка и высадка играют решающую роль и в хвосте за поездом, кончившим посадку, стоят другие поезда, мы будем часто вынуждены пускать поезд без встречного.

Если принять полное отсутствие всякой равномерности, всякой системы, то по законам теории вероятности каждый поезд будет из 100 случаев ждать $100\cdot\frac{2\tau'}{\tau}$ раз, и за каждый раз в среднем

$\frac{1}{2}\tau'$, итого все поезда будут, в среднем, ждать, после полной готовности, еще время $\tau_5 = \frac{\tau'^2}{\tau}$ для пропуска 2 поперечных поездов. В действительности известная система, хоть и несовершенная, в пропуске поездов имеется, и действительное время $\tau_5 < \frac{\tau'^2}{\tau}$. Насколько меньше, это во многих случаях зависит от умения сигналиста, регулирующего движение. Примем, что в среднем $\tau_5 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau'^2}{\tau}$, так что в итоге минимальный интервал между поездами на крупной остановке в узле

$$\tau_0 = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 = (11 + 4\lambda) + 3\tau' + \frac{\tau'^2}{2(11 + 4\lambda + \beta q')}$$

Так, для Ленинграда при двухвагонных составах мы выше подсчитали $\tau = 19 + 26 = 45$, $\tau' = 15$, так что минимальный интервал $\tau_0 = 45 + \frac{15^2}{2 \cdot 45} = 47{,}5$.

В действительности на просп. 25 Октября до введения трехвагонных составов интервал между вагонами был 48 сек., причем малейшая заминка вызывала огромные хвосты вагонов, и пропускная способность бывала полностью исчерпана. Благодаря введению трехвагонного состава, положение удалось облегчить примерно до 1931 г.[1]

Если, наоборот, в отдельных случаях, время прохода через узел больше, чем время посадки и высадки, то опять-таки в идеальном случае можно было бы принять, что, пока проходят поперечные поезда, на ожидающем поезде должна окончиться посадка и высадка, и потому минимально возможный интервал такой же, как если бы остановки перед узлом не было, т. е. $2\tau'$.

Однако, в виду неизбежных нерегулярностей очень часто, когда путь для прохода пары встречных вагонов очистится, в том или другом, или в обоих вместе—посадка и высадка еще не будут окончены, и тогда к интервалу $2\tau'$ должна быть добавлена еще некоторая величина $\frac{(\tau - \tau')^2}{2\tau'}$, так что минимальный интервал получится $\tau_0 = 2\tau' + \frac{(\tau - \tau')^2}{2\tau'}$. Так, например, если при широкой улице и трехвагонных составах $\tau' = 15$, а задержка на предузловой остановке, благодаря малому пассажиро-обороту, невелика — $\tau = 25$, то действительный минимальный интервал будет не 30 и не 25 сек., а

$$2 \cdot 15 + \frac{25 - 15}{2 \cdot 15} = 33{,}3 \text{ сек.}$$

Сопоставляя обе формулы:

$$\tau_0 = \tau + \frac{\tau'^2}{2\tau}$$

и

$$\tau_0 = 2\tau' + \frac{(\tau - \tau')^2}{2\tau'}$$

из коих одна действительна при $\tau > 2\tau'$, а вторая при $2\tau' > \tau$, мы можем с грубым приближением заменить их единой формулой:

$$\tau_0 = \tau' + \sqrt{\tau'^2 + (\tau - \tau')^2},$$

где

$$\tau = 11 + 4\lambda + \beta q'.$$

По мере возрастающей нагрузки линии, узла, остановки, тяжелые последствия начинают сказываться еще задолго до того, как предел пропускной способности действительно достигнут; в первую очередь это чувствуется на скорости движения. Указанные выше расчеты для пропускной способности узла и остановки действительны только в том случае, если все движение приспособлено к данному „узкому месту". Так, в отношении пропускной способности остановки мы получили максимум только в том случае, когда последующий вагон стоит в хвосте предыдущего, готовый тронуться, как только тронулся последний, и следовать ему по пятам. Если бы мы попытались наладить движение так, чтобы последующий вагон с ходу обычным порядком подошел к нормальной остановке, то даже в идеальном случае абсолютной регулярности движения минимальный интервал между поездами увеличился бы, вследствие условий безопасности, на 5—8 сек., т. е. еще в тот период, когда имеется запас пропускной способности на 5—8 сек., мы вынуждены будем даже в идеале делать лишнюю остановку каждого поезда. Вследствие нерегулярности движения, это наступит еще значительно раньше

[1] К моменту же издания данной книги, благодаря росту оборота остановок, этот узел является одним из труднейших, и нередко наблюдаются очереди в 6—8 поездов по 3 вагона.

и неоднократные выстойки вагонов в хвосте предыдущего наблюдаются уже при интервале вдвое больше минимального, а при дальнейшем приближении к пределу мы видим уже часто по 3—4 поезда в очереди.

Точно также для пропускной способности узла мы получили возможность одновременного пропуска двух встречных поездов, если вагоны на всех углах всегда стоят наготове, т. е. имеют лишнюю задержку. И в этом случае из-за неизбежной нерегулярности будут получаться очереди по 2—3 поезда, каковые действительно и наблюдаются.

Эти задержки вагонов в каждом крупном узле вызывают значительную потерю времени, помимо той, которая вызвана посадкой и высадкой, замедленным проходом крестовин и др. И чем ближе мы подходим к пределу, тем сильнее возрастают эти затруднения; многие трамваи вынуждены в центре города сильно снижать скорость, особенно в часы максимума, когда посадка и высадка в узле велика.

Если суммарную формулу пропускной способности

$$\tau_0 = (11 + 4\lambda) + \frac{\tau'^2}{2\tau} + \beta q'$$

помножим на число пропускаемых в час поездов ν_0, учитывая, что $\nu_0\tau_0 = 3\,600$ сек. и $Q' = \nu_0 q' \cdot \lambda$ — число входящих или выходящих пассажиров в час, то получаем:

$$\nu_0\tau_0 = \left(11 + 4\lambda + \frac{\tau'^2}{2\tau} + \beta q'\right)\nu_0,$$

или

$$3\,600 = \left(11 + 4\lambda + \frac{\tau'^2}{2\tau}\right)\cdot\nu_0 + \beta\cdot\frac{Q}{\lambda},$$

т. е. чем больше оборот остановки в час Q, тем меньше число пропускаемых поездов. При заданном Q получаем число пропускаемых в час поездов

$$\nu_0 = \frac{3\,600 - \beta\cdot\frac{Q}{\lambda}}{11 + 4\lambda + \frac{\tau'^2}{2\tau}},$$

а число пропускаемых вагонов

$$\lambda\nu_0 = \frac{\lambda\,3\,600 - \beta\cdot Q}{11 + \frac{\tau'^2}{2\tau} + 4\lambda}.$$

Если $Q = 2\,000$, $\beta = 1{,}5$, $\frac{\tau'^2}{2\tau} \cong 3$,

то при

$$\begin{array}{l} \lambda = 1 \ldots \lambda\nu_0 = 33 \ldots \nu_0 = 33 \ldots \tau_0 = 108 \\ \lambda = 2 \ldots \lambda\nu_0 = 190 \ldots \nu_0 = 95 \ldots \tau_0 = 38 \\ \lambda = 3 \ldots \lambda\nu_0 = 300 \ldots \nu_0 = 100 \ldots \tau_0 = 36 \end{array}$$

Мы видим, что трехвагонные составы очень значительно повышают пропускную способность, давая не только увеличение числа вагонов, но часто даже увеличение числа поездов.

Под провозной способностью участка, остановки, узла мы будем понимать число пассажиров, которое может быть пропущено в день или в час. Провозная способность определяется из пропускной путем умножения последней на предельное допустимое наполнение вагона. Если принять 60 человек в вагоне, то вышеназванные цифры для предузловой остановки дадут: для двухвагонных составов — 11 500 пассажиров в час, для трехвагонных составов — 18 000 человек в одном направлении. Для более емких вагонов пропускная способность еще выше.

Можно ли говорить о суммарной пропускной способности целой сети и в каком смысле? Если отвлечься от действительного распределения пассажиров по сети, то понятие общей пропускной способности можно составить, пропуская по всем улицам максимальное число поездов, сочетая их в узлах так, чтобы число поездов, входящих в каждый узел, равнялось выходящим и чтобы не превзойти предельной пропускной способности всего узла. Но такое определение не имеет никакого реального значения. Совершенно так же, как пропускная способность остановки зависит от ее пассажиро-оборота, так и пропускная способность всей сети зависит от действительных потоков пассажиров. Если составить карту пассажирских поездок, где на каждом перегоне изображено число пассажиров, проезжающих через перегон за день или час

в оба конца, то мы должны проверить пропускную способность только наиболее загруженных улиц. Обычно на улице с наибольшим числом проезжающих пассажиров бывает и наибольшая загруженная остановка перед узлом. Исходя из пропускной способности этой остановки, мы можем найти допустимое число поездов в час по данной улице, и сравнивая с числом пассажиров, можем сказать, исчерпана ли провозная и пропускная способности улицы. Если последняя допускает еще прибавку, скажем, на 50%, то мы можем в пределе пассажирские потоки на всех улицах помножить на 1,5. Провозная способность всей сети определяется числом пассажиро-километров, полученным от умножения на 1,5 действительной суммы пассажиро-километров по всем перегонам. Средняя провозная способность на километр получается путем деления предельного числа пассажиро-километров на число километров сети. Отношение ее к максимальной провозной способности наиболее загруженной улицы есть коэфициент, вытекающий из распределения пассажиров по сети, и в значительной мере зависит от схемы сети. Суммарная пропускная способность получается, если по предельным пассажирским потокам определить необходимое число вагонов, исходя из действительной и идеальной системы маршрутов (см. ниже), и отсюда подсчитать возможное в пределе число вагоно-километров.

Поскольку пропускная способность участков зависит, в первую очередь, от узлов и крупных предузловых остановок, то от умелой расстановки остановочных пунктов, от деталей устройства узловых соединений зависит в значительной мере пропускная способность и всей сети. К этим вопросам мы еще детально подойдем в следующей главе.

Помимо этих мер, ряд других мер могут помочь в облегчении затруднений, вызванных исчерпанием пропускной способности. Сюда относятся:

1) улучшение вагонных дверей и площадок с точки зрения быстрой посадки и высадки (см. выше, гл. 4);

2) увеличение ускорения при трогании и замедления при торможении, повышающее быстроту прохода через узел и подхода вагонов к остановке;

3) механизация перевода стрелок и сигналов;

4) введение единого тарифа или такое изменение участков, чтобы не было чрезмерной посадки и высадки на опасных узлах таких пассажиров, которым, собственно говоря, выгоднее пользоваться другими остановками;

5) изменение маршрутной системы, с целью обхода опасных узлов.

§ 35. Сравнение разных схем сети с точки зрения пропускной способности

С этим анализом вопроса о пропускной способности подойдем к сравнительной оценке основных схем трамвайной сети.

Прямоугольная сетка путей имеет наиболее равномерное распределение узлов, — это чрезвычайно целесообразно с точки зрения пропускной способности. В каждом узле пересекаются только две линии, и время прохода через узел является минимальным. Количество пересадочных пунктов велико, и в каждом число пересаживающихся невелико, так что уменьшается оборот остановок.

Наихудшей системой является система радиальная. Все движение сконцентрировано в одной точке, через нее проходят все поезда. В зависимости от количества радиусов ($2n$), время на проход через узел всех поездов равно $n\tau'$, каковое в общем значительно выше, чем τ. Трассировка центра в виде кольца пропускной способности не повысит. Центр является также единственным местом пересадки. Поэтому, даже в небольших городах и при слабом движении образуются, из-за недостатков этой системы, очереди вагонов для въезда в центр. Блестящим примером является современный Харьков, который, имея только 200 вагонов, пропускаемых через один центр, отличается очень большими пробками, которые можно было бы ожидать только в очень большом городе.

Радиально-круговая система в чистом виде немного лучше, чем чисто радиальная. Здесь центр разгружен от пассажиров, едущих из одной окраины на другую, не диаметрально противоположную; для диаметральных сообщений

частично—для разгрузки центра—могут быть использованы кольца. Но все же на центральный узел падает огромная нагрузка, с которой он часто не может справиться. Чрезвычайно страдает от недостатка пропускной способности московский трамвай, хотя здесь имеется не один, а два параллельных центра. Чрезвычайно тяжело положение венского трамвая, где, несмотря на трехвагонные составы, вследствие радиально-круговой системы без центра, вагоны, пришедшие со всех концов города к внутреннему кольцу, не могут в него влиться из-за его перегрузки, почему большинство радиальных маршрутов и оканчиваются у этого кольца.

В треугольной системе трудности, которые в радиально-круговой системе сконцентрированы в центре сети, будут повторяться, хотя и в значительно меньшем объеме, на всех узлах, в виду того, что пропуск вагонов через шестиугольный узел значительно тяжелее, чем через крест. При заданной плотности сети l, количество узлов на кв. километр для квадратной сетки равно $\frac{l^2}{4}$, для прямоугольной сетки немного меньше, для радиально-круговой в общем $= \frac{l^2}{4}$, но в центре значительно меньше, для треугольной же системы число узлов на кв. километр равно $\frac{l^2}{6\sqrt{3}} \cong \frac{l^2}{10}$, т. е. в 2,5 раза меньше, и если, следовательно, принять частоту движения по каждой линии одинаковой с частотой при прямолинейной сетке, то на каждый узел падет в 2,5 раза бо́льшая нагрузка.

Таким образом, с точки зрения пропускной способности наиболее рациональной является прямоугольная схема сети.

§ 36. Оптимальная величина и плотность сети

С точки зрения предприятия чрезвычайно важным критерием является достаточно полное использование путей пассажирами. Последнее определяется числом пассажиров на каждый километр сети $\pi = \frac{P}{L}$. Мы уже видели выше, что при малой плотности пассажиров трамвай, вследствие больших капитальных затрат, должен уступить дорогу автобусу.

Если народно-хозяйственное значение трамвая оценивать не денежным доходом, зависящим от тарифа, а экономией времени пассажиров, то, как мы видели выше на примере Ленинграда, при дальности поездки 4 *км*, экономия времени на пассажира равна 29 мин., или 7,25 мин. на километр. При меньшей дальности, она будет ниже, — принимаем в среднем 7 мин. на километр. При π пассажиров на *км* и средней длине поездки L_m число пассажиро-километров на километр сети равно $R = \pi L_m$, а экономия времени $7\pi L_m$ минут, что по цене 25 коп. пассажиро-час дает приблизительно $0{,}03\pi L_m$ рублей в год. Расходы же предприятия, включая амортизацию, состоят из зависящей от движения доли расходов, которую мы при современных советских условиях можем принять приблизительно за 0,010 рубля на пассажиро-километр, и расходов, зависящих от пути, которые можем оценить приблизительно в 12 тыс. руб. на километр.

Полученная экономия $(0{,}030 - 0{,}010)\pi L_m - 12000$ на километр пути должна дать еще достаточный процент на капитал, вложенный в путь; принимаем 10% от 150 тыс. руб. за километр, так что $0{,}02\pi L_m - 12\,000 \geq 15\,000$, $\pi L_m \geq 1\,350\,000$. Этому соответствует приблизительно пропуск в оба направления через каждую точку сети в среднем 4 000 — 5 000 пассажиров в день или в наибольший час 300—400 человек. Только при этом минимуме оправдывается прокладка путей.

Таким образом, если число пассажиров в год P, а средняя длина поездки L_m, то длина сети должна быть не больше

$$L \leq \frac{PL_m}{1\,350\,000},$$

в противном случае не оправдывается зарплата на трамвай. Принимая в среднем $L_m = 3$ *км*, получаем $\pi \cong 450\,000$.

В указанных расчетах не учтена экономия энергии и обуви; с учетом последних предел выгодности трамвая получается ниже. Кроме того, при дальних окраинных линиях экономия времени на километр пути больше, чем 7 минут. В итоге трамвай становится выгодным уже при $\pi L_m = 500\,000 - 800\,000$. При малом объеме перевозок возможно устройство одноколейных путей с разъездами. При этом условии нижний передел выгодности трамвая еще более понижается.

Но только для малых городов с малой длиной поездки и малым числом поездок мы дойдем до такого предела. Для больших городов с густым населением и большим числом дальних поездок это даст ненужно большую густоту сети.

Если F — площадь города, $n = \frac{N}{F}$ — плотность населения на кв. километр, $p = \frac{P}{N}$ — число поездок на жителя, то плотность сети

$$l = \frac{L}{F} = \frac{PL_m}{F \cdot 1\,350\,000} = \frac{F \cdot n \cdot p \cdot L_m}{F \cdot 1\,350\,000} = 0{,}75 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot p \cdot L_m.$$

При $n = 7\,500$ жителей на кв. километр, $p = 350$ поездок, $L_m = 4$ *км* получаем $l \cong 8$ *км* на кв. километр, что несомненно излишне. Поэтому, для крупных городов мы в общем дадим столько путей, чтобы при рентабельности всего предприятия иметь приемлемую для пассажира густоту сети.

Мы выше нашли, что при данной средней плотности сети $l = \frac{L}{F}$, путь, пройденный пассажиром до и от путей, равен в среднем, по $\frac{1}{6l} = \frac{F}{6L}$. Для P пассажиров в год это значит суммарное годовое хождение пешком $\frac{2PF}{6L}$, а при скорости 1,25 *м*/сек = 4,5 *км*/час на это потребуется $\frac{2PF}{6 \times 4{,}5L} = \frac{2PF}{27L}$ часов. Оценивая время пассажира в 25 коп. за час, а время хождения пешком по повышенной в 1,5 раза цене 40 коп. за час, получаем, что все хождение пешком пассажиров оценивается величиной

$$\frac{2PF}{67L} \text{ руб. в год.}$$

Стоимость содержания, амортизация и проценты на капитал путей были нами выше определены в 27 тысяч руб. на километр в год.

При заданном P и F сумма

$$\frac{2PF}{67L} + 27\,000L$$

получит минимум, если

$$-\frac{2PF}{67L^2} + 27\,000 = 0,$$

или:

$$\frac{L^2}{PF} = \frac{1}{900\,000}; \quad \frac{l}{\pi} = \frac{1}{900\,000}; \quad \frac{\pi}{l} = 900\,000$$

$$L = \sqrt{\frac{PF}{900\,000}}$$

так что плотность сети

$$l = \frac{L}{F} = \sqrt{\frac{P}{F \cdot 900\,000}} = \sqrt{\frac{n \cdot p}{900\,000}}$$

Так например, при $n = 7\,500$, $p = 350$, $l = 1{,}71$ *км* на кв. километр. При меньшей стоимости километра пути, более дешевом капитале и более дорогой оценке времени пассажира, потребуется большая плотность сети.

В прилагаемой таблице 3 даны важнейшие измерители густоты сети для ряда городов Америки, Германии, СССР, Англии и др. стран. Из таблицы исключены наиболее крупные города, имеющие, помимо трамвая, еще значительное движение на метрополитене или на автобусах; оставлены те, где трамвай является преобладающим средством массового транспорта. Помимо коэфициентов $\pi = P : L$ и $l = L : F$, здесь дана также плотность пути в расчете на 10 тысяч душ населения $\left(\lambda = \frac{L}{N}\right)$, что не совсем правильно отражает

Таблица 3

Страна	Город	Площадь F	Длина путей по оси улиц L	Плотность сети $L:F=l$	Путей на жителя $\lambda=L:N$	Пассажиров в год на км путей $\pi=P:L$	$\pi:l=\frac{PF}{L^2}$	$\pi:\lambda=\frac{PN}{L^2}$	Путей на 1 000 000 пасс. в год $\frac{1}{\pi}$
Америка	Сен-Луис	156	400	2,56	4,71	612 000	240 000	130 000	—
	Детройт	360	560	1,55	4,00	653 000	420 000	163 000	—
	Лос-Анжелос	—	325	—	2,32	1 060 000	—	457 000	—
	Клевеленд	—	270	—	3,04	1 370 000	—	450 000	—
	Twin-Cities	—	400	—	5,71	440 000	—	77 000	—
	Сан-Франциско	—	224	—	3,88	880 000	—	227 000	—
	Питсбург	120	520	4,33	7,80	504 000	116 000	65 000	—
	Балтимора	240	350	1,47	4,37	606 000	412 000	139 000	—
	Даллас	—	100	—	4,25	590 000	—	139 000	—
	Salt-Lake-City	—	100	—	6,40	306 000	—	48 000	—
	Среднее	—	—	2,08	4,23	695 000	300 000	164 000	1,44
Англия	Глазго	—	208	—	1,83	2 240 000	—	1 220 000	—
	Бирмингам	—	115	—	1,21	3 300 000	—	2 750 000	—
	Манчестер	—	209	—	2,65	1 900 000	—	720 000	—
	Шеффильд	—	76	—	1,41	2 650 000	—	1 840 000	—
	Лидс	—	146	—	3,06	1 230 000	—	400 000	—
	Эдинбург	49	58	1,20	1,36	2 620 000	2 200 000	1 920 000	—
	Среднее	—	—	—	1,88	2 200 000	—	1 470 000	0,45
Германия	Лейпциг	—	129	—	1,79	1 220 000	—	—	—
	Кельн	90	116	1,29	1,7	1 920 000	—	—	—
	Мюнхен	—	110	—	1,62	1 510 000	—	—	—
	Бреславль	49	73	1,49	1,28	1 670 000	—	—	—
	Дрезден	106	140	1,33	2,33	1 440 000	—	—	—
	Франкфурт	136	90	0,67	1,67	1 560 000	—	—	—
	Ахен	51	152	2,98	9,8	200 000	—	—	—
	Ганновер	131	167	1,27	3,8	510 000	—	—	—
	Магдебург	—	49	—	1,67	1 020 000	—	—	—
	Нюрнберг	30	48	1,60	1,26	2 120 000	—	—	—
	Дармштадт	12	25	2,08	2,23	720 000	—	—	—
	Среднее	—	—	1,35	2,12	1 170 000	865 000	550 000	0,85
Разные	Монреаль	—	230	—	2,54	910 000	—	360 000	1,10
	Прага	—	110	—	1,63	2 060 000	—	1 260 000	0,48
	Цюрих	—	49	—	2,20	1 350 000	—	610 000	0,74
	Копенгаген	72	102	1,42	1,77	1 470 000	1 040 000	830 000	0,68
	Вена	273	311	1,14	1,64	2 060 000	1 800 000	1 260 000	0,48
	Амстердам	—	60	—	0,82	2 680 000	—	3 270 000	0,38
СССР	Москва — 1929 г.	234	180	0,77	0,78	4 040 000	—	—	—
	Ленинград — 1930 г.	266	145	0,54	0,74	4 550 000	—	—	—
	Одесса — 1929 г.	201	128	0,64	2,97	520 000	—	—	—
	Харьков — 1929 г.	25	41	1,64	0,[illegible]3	1 870 000	—	—	—
	Баку — 1929 г.	93	37	0,40	0,94	1 970 000	—	—	—
	Тифлис — 1929 г.	68	62	0,90	1,90	1 240 000	—	—	—
	Астрахань — 1929 г.	30	27	0,90	1,26	760 000	—	—	—
	Казань — 1929 г.	17	32	1,88	1,69	450 000	—	—	—
	Тула — 1929 г.	19	9,6	0,50	0,60	710 000	—	—	—
	Тверь — 1929 г.	50	9,3	0,19	0,77	750 000	—	—	—
	Владикавказ — 1929 г.	8	9,6	1,20	1,15	320 000	—	—	—
	Среднее	—	—	0,67	1,03	2 560 000	3 840 000	2 500 000	0,39

густоту путей, но все же дает о ней некоторое представление. Кроме того, вычислен коэфициент $\frac{PF}{L^2} = \frac{\pi}{l}$, и соответственно $\frac{PN}{L^2} = \frac{\pi}{\lambda}$.

Богаче всего по всем показателям обслужены трамваем города Америки. Как плотность на кв. километр (l), так и плотность на 10 000 жителей (λ) здесь максимальны. Обратно, загрузка путей пассажирами (π) здесь минимальна и часто падает ниже нормы выгодности (450 000), которая была нами вычислена выше. В среднем по всем трамваям Америки за 1927 г. получилось 11 802 000 000 пассажиров на 44 800 *км* пути по оси улиц, т. е. 268 000 пассажиров на километр. Сюда входят, правда, также и пригородные пассажиры. Для чисто городских трамваев средняя за 1931 г. дает 550 000 пассажиров на километр. Густота путей в центре крупных городов ясно видна на рис. 31, 30 и 29, где пути идут параллельно на расстоянии 100—200 *м* друг от друга.

Коэфициент $\frac{\pi}{l} = \frac{PF}{L^2}$ получается также значительно ниже, чем вычисленная нами экономная норма 900 000. Неудивительно, что густая, пожалуй, даже преувеличенно густая сеть приводит к постепенному снятию наименее выгодных, мало используемых участков: за последние 5 лет длина путей американских трамваев сократилась на 4—5%.

Обслуживание населения путями в Англии приближается к американскому. Средняя величина π по всем трамваям Англии за 1927 г. равна 1 165 000.

Примерно вдвое ниже американских — показатели германские. По количеству пассажиров на километр пути, мы, в среднем, по всем трамваям Германии за 1927 г. имеем $\pi = 665\,000$, причем сюда входит большая доля пригородных линий.

Беднее всего обслужены путями трамваи СССР, — еще примерно вдвое хуже, чем в Германии. Плотность на квадратный километр всего равна $l = 0\,67$; плотность на 10 000 жителей, в среднем, по всем трамваям за 1928/29 г. равна только $\lambda = 1{,}13$, число пассажиров на километр пути $\pi = 2\,560\,000$ по крупным трамваям, данным в таблице, а в среднем по всем трамваям — 1 730 000. Коэфициент $\pi : l$, вместо 900 000, достигает 3 840 000. Особенно тяжело положение в столицах, которые буквально задыхаются от недостатка путей. На 1931 г. положение стало еще значительно хуже.

Приведенные выше критерии — требование минимального количества пассажиров на километр и наиболее выгодной плотности сети — мы должны применить и к распределению сети между центром и окраинами и по направлениям — радиальное к центру и от центра или круговое для соединения между окраинами.

Если в городе более или менее круглой формы на любом радиусе взять три точки: в центре, в конце и в середине между ними (0, 1 и 2), и анализировать потребность в сообщении данных точек с остальными точками города, при учете убывающей плотности населения от центра к окраине, то получим в общем случае следующую картину. Центр имеет весьма интенсивное сообщение с точками более близкими (0—2) и значительно меньшее с точками дальними (0—1). Окраинные точки имеют довольно значительное сообщение с центром (1—0), несколько меньшее (1—2) — с точками посредине на том же радиусе, еще значительно меньшее — с точками посредине других радиусов (1—2′) и совсем слабое с другими окраинными точками (1—1′). Точки посредине имеют интенсивное сообщение с центром (2—0), значительно меньшее с окраиной (2—1) на том же радиусе, примерно столько же с серединами других радиусов (2—2′) и более слабое с концами других радиусов (2—1′).

Вследствие этого сеть путей в центре должна быть значительно гуще, чем на окраинах, и радиальные сообщения должны быть в большем количестве, чем сообщения круговые.

С этой точки зрения прямоугольная сетка путей в чистом виде страдает тем, что на окраинах дает одинаковую густоту сети с центром, и особенно излишними являются на далеких окраинах линии, тангенциального, окружного характера. Тем же недостатком страдает и треугольная система. Радиальная система может дать естественно убывающую густоту сети от центра к окраи-

нам, но в ней совершенно нет необходимых окружных путей. Обратно, радиально-круговая система в чистом виде имеет слишком много окружных сообщений, в том числе большие круги между далекими окраинами, которые очевидно не оправдывают расходов по устройству путей.

§ 37. Выводы о наиболее целесообразной форме сети

Сводя в одно целое весь анализ вопроса с точки зрения дальности хождения пешком, коэфициента непрямолинейности, пропускной способности и использования путей, мы можем следующим образом охарактеризовать основные схемы сетей:

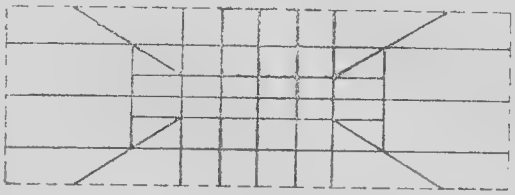


Рис. 52. Прямоугольная форма сети для города продолговатой формы.

1) чисто прямоугольная схема дает хорошую пропускную способность, что особенно важно в центре, но плохой коэфициент непрямолинейности и излишние пути на окраинах;

2) треугольная система дает низкий коэфициент непрямолинейности, малую пропускную способность и плохое использование путей на окраинах;

3) радиальная система дает очень высокий коэфициент непрямолинейности, малую пропускную способность, но лучшее распределение путей по плоскости;

4) радиально-круговая система дает благоприятный коэфициент непрямолинейности для дальних поездок, но не благоприятный для близких, очень малую пропускную способность и излишние круги на окраинах.

Для городов, получивших по тем или иным причинам продолговатую форму и для городов очень малых (шириной до 2—3 *км*) прямоугольная схема дает наилучшее решение вопроса, но при этом для соединения некоторых крупных пунктов, не имеющих прямого сообщения, необходимо провести диагонали, а на окраинах не иметь тангенциальных направлений и разреженную сеть радиальных линий (пример рис. 52).

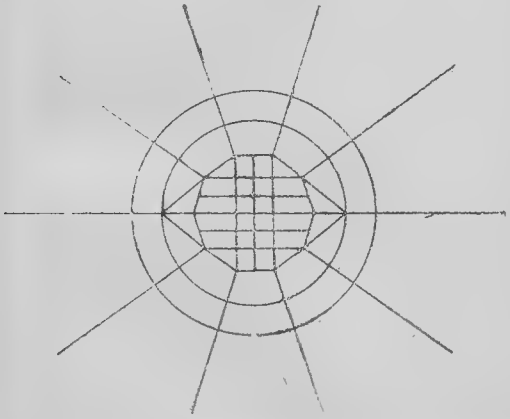


Рис. 53. Комбинированная схема (радиально-круговая на окраинах, прямоугольная в центре).

Для крупных городов более или менее круглой формы или полукруглых можно положить в основу или радиально-круговую или прямоугольную систему, но приблизить их одну к другой так, чтобы использовать преимущества и той, и другой. Для этого, исходя из радиально-круговой системы, нужно:

1) отбросить излишние круги большого радиуса, оставив наибольший круг диаметром, равным примерно половине диаметра города, и образуя таким образом переход к радиальной системе;

2) в круге малого радиуса — приблизительно $r = 1{,}5 - 2{,}0$ *км* — радиусы заменить прямоугольной сеткой, что значительно повысит пропускную способность дороги;

3) добавить в соответствующих местах диагонали, для использования основного преимущества треугольной системы — минимальных пробегов не только для больших, но и для малых расстояний (рис. 53).

Обратно можно, исходя из прямоугольной системы, оставить таковую в центре, добавить некоторые диагонали, а на окраинах добавить ряд радиусов и сократить число путей тангенциального характера, что и наблюдается во многих американских городах.

§ 38. Решение некоторых задач по планировке сети

Такова общая постановка вопроса о выборе основной схемы трамвайной сети. Перейдем теперь к рассмотрению ряда характерных частных случаев, важных для планировки новой и, еще более, для развития и улучшения существующей сети.

На окраине города развивается поселок A, который должен быть присоединен трамвайной линией к общегородской сети. На расстоянии a от A проходит радиальная трамвайная линия (рис. 54). Под каким углом к имеющейся линии должна быть проведена новая ветка?

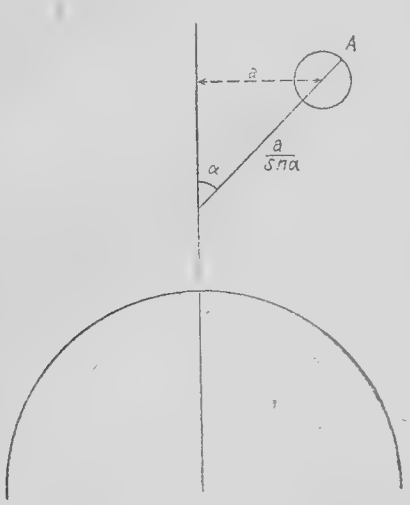


Рис. 54. Выбор направления сообщения поселка A с городом.

Если вести ее перпендикулярно, то стоимость линии будет минимальной. Но поскольку существует основное стремление пассажиров от поселка к центру города или к районному центру, то эта трассировка дает наибольший путь пассажиров и вагонов. Косое расположение пути под углом α к радиусу удорожает линию, но дает экономию на пробеге.

Стоимость линии, принимая M (150 000) руб. на километр, получится $\frac{a}{\sin\alpha}\cdot M$, ежегодный ремонт, амортизация, очистка и проценты на капитал дают общий процент μ, так что годовой расход по путям $\frac{a\mu M}{100\sin\alpha}$. Путь, пройденный вагоном, равен $\frac{a}{\sin\alpha}$; по сравнению с расположением ветки под прямым углом, путь сокращается на величину $a+a\operatorname{ctg}\alpha-\frac{a}{\sin\alpha}$. Если поселок дает P пассажиров в год, то общая экономия пассажиро-километра в год равна $Pa\left(1+\operatorname{ctg}\alpha-\frac{1}{\sin\alpha}\right)$, что дает при скорости вагона v экономию времени пассажиров, равную $\frac{Pa}{v}\left(1+\operatorname{ctg}\alpha-\frac{1}{\sin\alpha}\right)$ по цене $\varkappa$ за пассажиро-час и, кроме того, экономию расходов предприятия (зависящую от движения), по цене λ за пассажиро-километр; итого экономия на сумму

$$Pa\left(\frac{\varkappa}{v}+\lambda\right)\left(1+\operatorname{ctg}\alpha-\frac{1}{\sin\alpha}\right).$$

Разность

$$D=Pa\left(\frac{\varkappa}{v}+\lambda\right)\left(1+\operatorname{ctg}\alpha-\frac{1}{\sin\alpha}\right)-\frac{a\mu M}{100\cdot\sin\alpha}$$

должна дать максимум, что получится при

$$\frac{\partial D}{\partial\alpha}=o,\ P\left(\frac{\varkappa}{v}+\lambda\right)\left(\frac{1}{\sin^2\alpha}+\frac{\cos\alpha}{\sin^2\alpha}\right)+\frac{\mu M\cdot\cos\alpha}{100\sin^2\alpha}=0$$

$$P\left(\frac{\varkappa}{v}+\lambda\right)=\left[\frac{\mu M}{100}+P\left(\frac{\varkappa}{v}+\lambda\right)\right]\cdot\cos\alpha.$$

Из этого уравнения определяется наиболее выгодное α.

Так, например, если $M=150\,000$, $\mu=18\%$, $\frac{\mu M}{100}=27\,000$, $\varkappa=25$ коп. в час., $v=20$ *км* в час $\lambda=1{,}0$ коп. на пассажиро-километр, $\frac{\varkappa}{v}+\lambda=2{,}25$ коп. $=0{,}0225$ руб., то

$$\cos\alpha=\frac{0{,}0225P}{27\,000+0{,}0225P}=\frac{P}{P+1\,200\,000}.$$

Если $P=1\,500\,000$ пассажиров в год, то $\cos\alpha=\frac{1\,500\,000}{2\,700\,000}=0{,}555$, $\alpha=5$

Чем больше поселок (P), тем больше $\cos\alpha$, тем меньше α; в пределе поселок должен получить свой собственный радиус в город или по крайней мере к районному центру.

Если, например, $P=5\,000\,000$, то $\cos\alpha=\frac{5\,000\,000}{6\,200\,000}$; $\alpha=36°$.

В конкретных местных условиях могут быть особые обстоятельства, побуждающие вести линию перпендикулярно к радиусу, но в общей постановке

такие линии в сторону от имеющихся радиальных линий должны вестись по известной диагонали, с целью сокращения расстояния для основной массы пассажиров.

Таким образом радиальные линии на окраинах будут иметь известные разветвления под косыми углами, при помощи которых они будут собирать к центру массы пассажиров из ближайших районов. Устройство таких ветвей под косым углом не совсем удобно на застроенной площади, и потому для коротких веток можно согласиться на устройство их под прямым углом. Но для дальних ответвлений прямоугольная планировка в общем не может быть оправдана.

Устройство радиусов с ответвлениями целесообразно и с точки зрения использования вагонов Обычно на радиальных линиях число проезжающих пассажиров у центра имеет максимум и постепенно падает на окраине. Если дать боковые ответвления и по ним пустить часть вагонов, то естественно получится более редкое движение на концах и более густое по мере приближения к центру.

Другой характерный случай бывает при необходимости соединить между собою три района — A_1, A_2, A_3 (например, две окраины между собой и с центром). Пусть годовые числа пассажиров равны P_{12}, P_{23}, P_{13}. Соединение может быть произведено прямыми линиями между каждой парой сторон, т. е. треугольником. Более экономное решение по капитальным затратам получается при соединении звездой; однако, при этом увеличиваются пробеги (рис. 55).

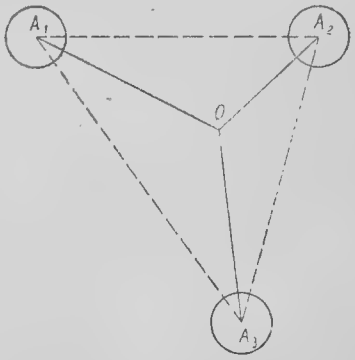


Рис. 55. Треугольное решение и метод сообщения звездой для связи 3-х пунктов (A_1, A^2, A_3).

Для совершенно симметрического случая ($A_1A_2 = A_2A_3 = A_1A_3 = a$ и $P_{12} = P_{23} = P_{13} = P$) сумма путей при треугольнике равна $3a$, при звезде $a\sqrt{3}$, а пробег при треугольнике $3Pa$, при звезде $2Pa\sqrt{3}$ пассажиро-километров, т. е. звезда дает на 43% меньшее протяжение путей и на 15% больший пробег. Если содержание и ремонт пути (включая проценты на капитал) дают 27 тыс. руб. в год, а время пассажира и расходы предприятия на пассажиро-километр — 2,25 коп., то при треугольнике годовые расходы $3a \cdot 27\,000 + 3a \cdot 0{,}0225$, при звезде $a\sqrt{3} \cdot 27\,000 + 2Pa\sqrt{3} \cdot 0{,}0225$. Звезда является выгодной в пределах $P < 3\,200\,000$ пассажиров в год; при большем числе пассажиров следует переходить к более дорогому средству — треугольнику. При несимметричном треугольнике, мы в общем будем еще чаще придерживаться системы сообщения звездой.

Замыкание путей петлями на окраинах посредством соединения конечных пунктов двух радиусов совершенно не целесообразно. Единственное соображение в пользу такой планировки — возможность обходных движений — вряд ли является достаточным доводом. По существу же сообщение дальних окраин между собой обычно не вызывается реальной потребностью и не дает числа пассажиров, достаточного для оправдания даже текущих расходов, не говоря уже о капитальных затратах на путь. Но сказанное не относится к сообщению с городом крупных промышленных предприятий, вокзалов или учебных заведений, которые сами по себе становятся центрами движения. Для них часто вполне возможно и целесообразно, помимо основной линии, ведущей в центр города, вести еще диагонали в другие районы, что дает массам рабочих кратчайшие расстояния и помогает разгружать линию, ведущую в центр.

Основные радиальные линии, соединяющие далекие и важные окраины с центром, должны быть ориентированы действительно радиально по направлению к центру. Это особенно важно, если основная линия обрастает на окраине сеткой прямоугольных путей. Ярким примером того, как нецелесообразно может получиться в таких случаях трамвайная сеть, показывает Васильевский Остров в Ленинграде (рис. 56). Его основная ось — проспект Пролетарской Победы — направлена от центра не в середину застроенной части острова, что соответ-

ствовало бы приблизительно радиальному направлению в город, а под значительным углом к этому радиусу. К этой основной оси проведены перпендикулярные ответвления, и в результате конечный пункт в гавани, отстоя от центра города по воздушной линии на 5,3 *км*, имеет от него минимальное расстояние на трамвае 7,7 *км*.

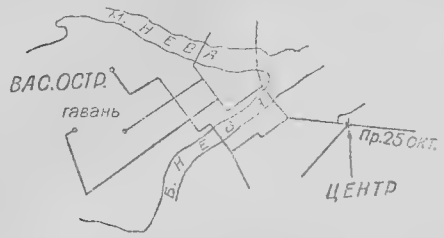


Рис. 56. Схема трамвайных сообщений Васильевского острова (в Ленинграде) с центром города.

Чрезвычайно важно правильно установить окружность большого круга, за которым идут уже только радиальные линии. В Москве круг *Б* диаметром около 4,8 *км* явно недостаточен, и имеется уже частично круг большего диаметра (около 6,5 *км*), который не может замкнуться полностью из-за городских вокзалов, придвинувшихся вплотную к кольцу *Б*. Согласно постановления ЦК ВКП(б), будет создано новое кольцо, так называемый Камер-Коллежский вал, средний диаметр которого около 8 *км*, но который, к сожалению, получает очень изломанную форму. В Вене также наружный круг (Gürtel), зажатый вокзалами, имеет диаметр всего 4 *км*, но есть частично линии тангенциального характера, соответствующие примерно диаметру 6 *км*. В Ленинграде такой замкнутый контур площадью 19,5 кв. *км* или в переводе на круг диаметром 5,0 *км* имеется, но и он недостаточен. Его расширение упирается в Невские мосты с одной стороны, в вокзалы — с другой. Потребности же движения выражаются в круге примерно 7—8 *км* в диаметре.

Из этих и других примеров можно сделать вывод, что наружный круг должен иметь диаметр, приблизительно равный половине эквивалентного диаметра города.

Пересечения трамвая с железнодорожной сетью представляют собою одну из труднейших задач планировки современного города. Естественно стремление железнодорожных линий проникнуть возможно ближе к центру города, к пассажирам и потребителям грузов. Во многих крупных городах вокзалы находятся почти в центре (Берлин, Гамбург, Лейпциг, Кельн), в других они подходят к определенному поясу, охватывающему внутреннюю часть города (Вена, Москва, Ленинград). Пересечение же этих линий и, особенно, вокзальных устройств товарных и сортировочных станций — с растущим городом и трамвайными путями представляет собой очень трудную техническую задачу, требующую многомиллионных затрат. Поскольку пересечения в одном уровне могут быть допущены лишь для грузовых веток с малым оборотом, необходимо, чтобы трамвайная линия по возможности осталась в уровне земли, а железнодорожная поднималась во второй этаж. Так устроены вокзалы и пути железных дорог в Берлине, Кельне, Лейпциге. Лучшее в техническом отношении решение получается, если железнодорожные устройства расположены в выемке. В этом случае легче всего перекрыть эти

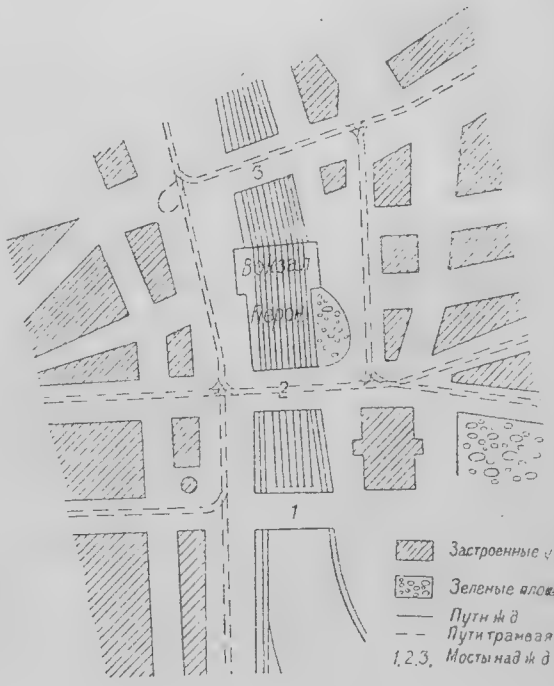


Рис. 57. План расположения главного вокзала в Гамбурге.

пути в любом количестве мостами для уличного движения и трамвая без больших затрат. Таково расположение центрального вокзала в Гамбурге, окруженного трамвайными путями со всех сторон (рис. 57). То же решение принято для нового вокзала в Дармштадте.

При развитии или расширении существующей трамвайной сети, мы в общем будем иметь в виду следующие три задачи:

1) приблизить трамвай к пассажирам, уменьшить дальность хождения пешком; эта задача, при росте города, чаще всего выявляется на окраинах, но в некоторых городах с недостроенным трамваем (например Ленинград) стоит довольно остро и в центре;

2) увеличить пропускную способность сети; задача эта чаще всего ставится в центре, но иногда и для крупных артерий, ведущих из центра на окраины;

3) дать кратчайшие сообщения, взамен существующих ломаных или кривых.

Часто мы одной и той же линией можем достигнуть всех трех целей.

В каждом конкретном случае мы можем произвести экономический расчет для проверки эффективности наших затрат, исходя из известного или ожидаемого оборота пассажиров. Если, например, поселок с ожидаемым годовым числом пассажиров P находится в расстоянии a от имеющейся трамвайной линии, то все эти пассажиры, идя в настоящее время пешком, делают в год Pa километров, на что тратят $\frac{Pa}{4,5}$ часов, что, по оценке $25 \times 1,5 = 37,5$ коп. за час, дает 0,083 Pa рублей в год. При трамвайной же перевозке, каждый пассажиро-километр обойдется приблизительно в 1,0 коп., время езды составит для самих пассажиров 1,25 коп. на километр, так что экономия равна приблизительно 0,06 Pa руб. Стоимость пути равна $M = 150\,000$ руб. на километр, что, при $\mu = 18\%$ на капитал, дает в год $\frac{M\mu}{100} a = 27\,000 \cdot a$ руб., и, следовательно, для оправдания постройки трамвая требуется, чтобы

$$0,06\ Pa > 27\,000\ a.$$

$$P \geqq 450\,000 \text{ пассажиров в год.}$$

При постройке линии исключительно для сокращения пути, мы можем подсчитать путь пассажиров в настоящее время — b, путь, подлежащей прокладке — a, так что ожидаемая экономия для P пассажиров равна $0,0225\ P(b-a)$. С другой стороны, содержание, амортизация и проценты на капитал нового пути будут равны $\frac{M\mu}{100} a = 27\,000\ a$ руб. в год, и, следовательно, необходимо, чтобы

$$0,0225\ P(b-a) \geqq 29\,000\ a.$$

Если, например, для 5 млн. пассажиров, делающих сейчас по ломаной линии 3 *км*, можно сократить путь постройкой кратчайшей линии длиной 2 *км*, то ежегодная народно-хозяйственная экономия будет

$$0,0225 \times 5\,000\,000 \times (3-2) = 112\,500 \text{ руб. в год,}$$

затрата же 300 тыс. руб. даст ежегодный расход, включая проценты на капитал — 54 тыс руб., так что данная линия вполне оправдается.

К вопросам пропускной способности с экономической проверкой подходить излишне: здесь, по исчерпании предела пропускной способности, получится настоятельная необходимость в постройке параллельных разгружающих линий, без которых остановится все трамвайное движение города. Но, как мы видели чрезвычайное замедление движения, возникающее еще задолго перед достижением предела, заставит нас строить параллельные пути значительно раньше.

Глава 7

ТРАССИРОВКА ПУТЕЙ В ПРОЕЗДАХ И НА ПЛОЩАДЯХ

§ 39. Расположение трамвайных путей в проезде

В предыдущей главе мы рассматривали вопросы общего плана трамвайной сети, исходя из соображений экономии времени пассажира, расходов предприятия, безопасности и пропускной способности. В настоящей главе мы, исходя

из тех же принципов, разберем более детально расположение путей и остановочных пунктов в проездах и на площадях. Надо заметить, что и в этом отношении достаточно грешили и грешат. Вместе с тем целью настоящей главы является задача — если не дать прямые ответы на вопросы, то, по крайней мере, высказать ряд основных соображений, которые в последнее время уже постепенно воспринимаются планировщиками.

В расположении трамвайных путей по отношению к проезжим частям и тротуарам мы находим ряд решений. Помимо обычного расположения путей посредине улицы с проезжими частями по обеим сторонам (рис. 58-а), мы во многих городах (Вена, Берлин) находим ряд улиц, где пути расположены с обеих сторон улицы у тротуаров. В ряде случаев оба пути расположены с одной стороны улицы. Имеется также много разных комбинаций из проезжих частей, трамвайного пути и зеленых полос, где таковые имеются. Чаще всего эти зеленые полосы устраиваются между тротуарами и проезжими частями, иногда только с одной стороны улицы; иногда зеленая полоса лежит рядом с замощенными трамвайными путями, а иногда помещается между путями.

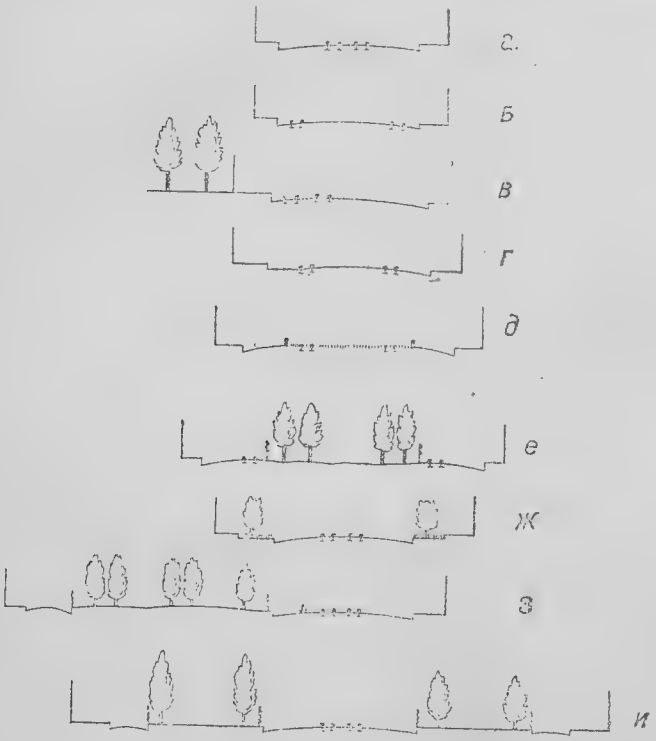


Рис. 57. Разные формы расположения трамвайных путей в проездах простых и с зелеными насаждениям.

Попытка располагать трамвайные пути с обеих сторон проезжей части (рис. 58-б) имеет в основе стремление облегчить посадку пассажиров прямо с тротуара. Это вопрос немаловажный: недаром трамвайщики в Берлине считают, что возможность посадки с тротуара является одной из причин, по которой часть населения отдает преимущество автобусу. Но с точки зрения действительных удобств всей массы пассажиров и пешеходов, безопасности и скорости движения, такое расположение недопустимо. При посадке с тротуара большая масса садящихся безусловно мешает пешеходам на тротуаре и создает опасность для них и для себя даже при наличии очень широких тротуаров. С другой стороны, другие экипажи всегда останавливаются или приостанавливаются у тротуаров для посадки и высадки, что неизбежно задерживает трамвай, уменьшает его скорость, вызывает наезды. Интересы безопасности самого экипажного движения требуют разделения обоих противоположных потоков; на многих улицах Лондона и Берлина, не имеющих трамвая, по середине улицы устроены для этой цели длинные узкие островки. Трамвай своей широкой полосой эту роль может исполнить наилучшим образом. Устройство кривых, при расположении трамвая у тротуара, сильно затрудняется. Уличное движение на поперечных улицах должно пересечь трамвай дважды; и это гораздо хуже, чем если пересекаются сразу оба пути. Поэтому Берлин, Вена и др. города, имеющие на некоторых улицах боковое расположение путей, в настоящее время их перестраивают на среднее положение.

Положение обоих путей трамвая с одной стороны улицы (58-в) может иметь оправдание в ряде случаев. Если на длинных участках трамвай идет по набережной, вдоль парка, кладбища и т. д. так, что дома и попе-

речные улицы имеются только на одной стороне дороги,— то боковое расположение дает, во-первых, удачную возможность выделить трамвай на собственное полотно без частых пересечений; во-вторых, некоторую экономию на ширине проезжей части; в-третьих, увеличение скорости трамвая; в-четвертых, значительное увеличение безопасности, так как все повороты экипажей из поперечных улиц на данную не пересекают трамвайных путей (точка *В* рис. 59). Но место, где трамвай из среднего положения переходит на боковое, является чрезвычайно неприятным, в виду неизбежных пересечений с экипажным движением (точка *А* рис. 59). Поэтому введение в сеть таких участков целесообразно лишь в том случае, если длина участка достаточно велика, чтобы оправдать неудобства, возникающие на конце его. Расположение трамвая вдоль городских садов с частыми входами и выходами должно быть обставлено так, чтобы между садом и трамваем был очень широкий тротуар; в противном случае, выходящие из сада пешеходы часто попадают под трамвай. Примеров столь нецелесообразного расположения достаточно во всех городах (в Москве бульвары).

Недавно в Детройте для широких магистральных проездов выдвинуто новое интересное предложение. В центре — проезжая часть для быстроходного автотранспорта, по обеим сторонам трамвай, далее у тротуаров местные проезды. Это позволяет изолировать быстроходный транспорт, делает более безопасной посадку в трамвай. Однако, большие трудности получаются в местах пересечения двух таких магистралей, а также при переходе быстроходного транспорта на местный боковой проезд для посадки или высадки (рис. 58-г).

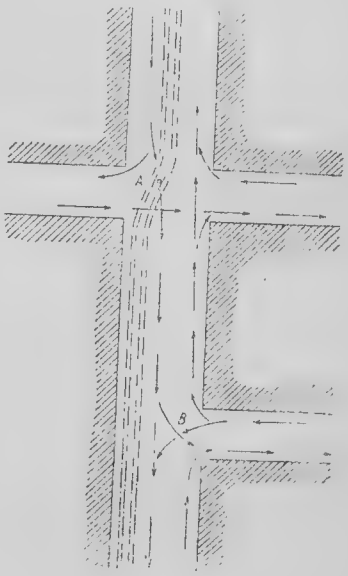


Рис. 59. Боковое расположение трамвайных путей, его преимущество и недостатки.

Конструктивная ширина трамвайной полосы определяется колеей и расстоянием между осями путей. Для учета условий движения необходимо в основу расчетов положить другую величину, которую можно назвать динамической шириной (в противоположность вышеуказанной статической); это — полоса, занимаемая вагонами и равная ширине двух вагонов плюс зазор между ними. Зазор этот определяется из условий безопасности, в виду возможных перекосов вагонов и путей и возможного высовывания людей через окна. Немецкие нормы задают этот зазор в 400 *мм*. Нормы, принятые Комиссией Постоянного Бюро Всесоюзных Трамвайных Съездов, требуют 600 *мм*. Однако, по существу нет оснований для такого увеличения размеров трамвайной полосы, и 400 *мм* являются вполне достаточными. Если же при большом движении желательно, чтобы люди, случайно очутившиеся между вагонами, не были раздавлены, то и ширина 600 *мм* не устраняет неизбежного несчастного случая.

Для более или менее надежного пребывания человека между вагонами, необходимо не менее 800 — 1 100 *мм*, причем весьма полезны трамвайные столбы, помогающие случайно оказавшемуся в междупутье пешеходу ориентироваться на середину. В Зап. Европе такое расположение со столбами посредине применяется редко. В СССР оно довольно часто применяется в Ленинграде, Москве и других городах и представляет то специфическое преимущество, что в междупутье зимой может быть временно сложен снег, без помехи движению. Что же касается безопасности, то широкое междупутье, давая пешеходу возможность спастись, в то же время его развращает, приучает к неосторожному переходу через пути и тем самым скорее ухудшает, чем улучшает условия безопасности.

Таким образом, при очень узких вагонах шириной 2 000 *мм*, каковые встречаются иногда в Зап. Европе, и зазоре в 400 *мм* расстояние между осями 2 400 *мм*, динамическая ширина — 4 400 *мм*, статическая (при метровой колее) 3 400 *мм*. Средние цифры Германии: ширина вагона—2 150 — 2 300; Берлин

2 230, Вена — 2 300, Лейпциг — 2 150, Кельн — 2 300, зазор — 400 *мм*, расстояние между осями — 2 550—2 700 *мм*, динамическая ширина 4 700—5 000 *мм*. Вагоны американских трамваев имеют ширину 2450—2 600 *мм*, зазор—400 *мм* (иногда и несколько меньше) расстояние между осями — 2 800 — 3 000 *мм*, динамическая ширина—5 300—5 600 *мм*. Последнюю цифру надо считать вполне достаточной и обеспечивающей нужную ширину вагонов 2 600 *мм*. Если допустить еще при этом широкое междупутье (1 100 *мм*), то может потребоваться максимально 6 300 *мм*, при расстоянии между осями 3 700 *мм*.

Ширина проездов определяется количеством экипажей и количеством полос движения, на которые данный проезд рассчитан. На каждую полосу раньше считалось 2,5 *м*, в настоящее время, при широких автобусах и грузовиках, принимают 2,75 и до 3,0 *м*. Иногда допускают для основной полосы 3,0 *м*, а вторую, имеющую обгонный характер, рассчитывают так, чтобы она частично захватила динамическую ширину трамвая, не затрагивая статической.

Вопрос о необходимом количестве полос движения подвергается оживленной дискуссии. Практика немецких крупных городов, имеющих интенсивное движение, показала, что для современных быстроходных экипажей вполне достаточно двух полос движения в каждом направлении. Крупнейшие вполне благоустроенные улицы западного Берлина (Kurfürstendamm, Tauentzienstrasse) имеют ширину проезжей части только по 6 — 6,5 *м* с каждой стороны трамвая, причем общая ширина улицы очень велика (35 — 40 *м*), так что была бы полная возможность расширить проезды за счет тротуаров. Но немцы совершенно справедливо считают излишнюю ширину вредной с точки зрения безопасности, так как она приучает шоферов к неорганизованной езде и ставит под большую опасность пешехода, пересекающего улицу. Этот принцип находит распространение и в других странах. Трудно объяснить то обстоятельство, что как-раз в Ленинграде, где экипажное движение очень слабо, до последних лет продолжают сохранять ненужно широкие проезды. Большая доля недисциплинированности езды в наших городах объясняется именно отсутствием жестких рамок для экипажного движения.

Ширина пешеходных панелей может колебаться в очень широких пределах и также подвергается оживленной дискуссии. Немецкая практика справедливо стремится к широким тротуарам. Можно принять для улиц со слабым движением — 2 *м*, со средним — 2,5 — 3,5 *м*, с интенсивным оборотом пешеходов — 5 — 6 *м*, для улиц же с большим числом гуляющих необходимо не менее 8 — 10 *м*. На Проспекте 25 Октября в Ленинграде тротуары в 5 — 5,5 *м* шириной в часы прогулок явно недостаточны, и большая часть гуляющих вынуждена ходить по мостовой. Тротуары на Kurfürstendamm в Берлине имеют 9 — 10 *м* ширины.

Таким образом, если трамвайную полосу совершенно не использовать для движения, то минимальная ширина улицы при двухсторонней проезжей части по две полосы получается:

1) трамвай — 5,0 *м*;
2) 2 проезда по 5,5 *м* = 11,0 *м*;
3) 2 пешеходных панели по 2,0 *м* = 4 *м*.

Итого 20 *м*; из них ширина проезжей части — 16 *м*.

При более узких улицах уже приходится прибегать к трамвайной полосе полностью или частично для экипажного движения. Если с каждой стороны трамвая иметь только по одной полосе езды, то для общей ширины улицы потребуется минимально 14,5 *м*; из них ширина проезжей части — 10,5 *м*. Понятно, что всякий лишний метр ширины улицы, позволяющий более удобно устроить обгон, является только благом. В частности, если дать две полосы движения, но одной полосой захватить динамическую ширину трамвая, оставляя только статическую — около 4,0 *м*, то потребуется ширина проезжей части улицы всего 15 *м*.

Не следует думать, что при ширине улицы менее 14,5 *м* или ширине проезжей части менее 10,5 *м*, совершенно нельзя прокладывать трамвая. Особенно в центральных частях западно-европейских городов, на узких улицах средневекового происхождения, имеются часто улицы с двумя линиями трамвая, общей шириной 8 — 9 *м*, из коих проезжая часть в 5 *м* вся заполнена

трамваем (Кельн), что не исключает экипажного движения. С точки зрения безопасности и скорости такая ширина явно нежелательна. Но, когда речь идет о необходимости обслуживать важнейшие районы города и достигнуть пропускной способности сети, то приходится во многих случаях допускать подобные решения.

§ 40. Перевод трамвая на собственное полотно

При достаточной ширине улиц мы можем дать для трамвая 6,0 *м*, для проезжих частей 2×6 *м*, для тротуаров 2×3 *м* — итого 24 *м*. При такой ширине можно полностью разделить все виды движения даже при широких вагонах, что позволяет принимать меру, дающую наилучший эффект в смысле безопасности, скорости движения и экономии расходов, а именно: выделить трамвай на собственное полотно. На этот путь в последнее время твердо стали многие немецкие трамваи. Берлин систематически переводит свою трамвайную сеть, где только ширина улицы это позволяет, на собственное полотно даже малыми участками. В Кельне на собственном полотне устроено трамвайное кольцо, длиною 6 *км*. В Гамбурге ряд участков — на собственном полотне. Техническое выполнение применяется разное. В Берлине — газон, покрывающий весь путь; в Кельне — путь усыпан красным щебнем; в Гамбурге — песком и гравием. Во всех случаях трамвайный путь отделен довольно высоким поребриком. Применяются и низкие загородки из железных прутьев, вставленные в поребрик. В местах пересечений поперечных улиц собственное полотно прерывается. В некоторых местах устраиваются добавочные замощенные проходы для пешеходов. Несмотря на переезды и переходы, эффект в смысле безопасности и скорости движения получается огромный. Вожатый знает, что человек или экипаж при собственном полотне может появиться не в любой момент, а только в определенных пунктах, и сообразно с этим может соразмерить свою скорость. Обратно, пешеход, переходящий через улицу в определенном пункте, имеет большую возможность перед переходом оглянуться, выяснить приближение вагона. В итоге Берлин констатирует значительное уменьшение несчастных случаев. Кроме того, благодаря отсутствию замощения и более дешевым рельсам Виньоль, собственное полотно всегда дешевле замощенных путей. Некоторые участки подобного рода за последние годы оборудованы в Москве и Ленинграде. Проведение этой меры на трамваях СССР несомненно будет сильно содействовать упорядочению уличного движения. Это особенно важно подчеркнуть в отношении новостроящихся соцгородов.

§ 41. Устройство трамваев в проездах с зелеными насаждениями

При большой ширине улицы открывается возможность дать зеленые полосы, служащие для отдыха и прогулок или, по крайней мере, для украшения и оздоровления воздуха в городе. В Германии особенно развито стремление превратить всякий свободный уголок в цветущее насаждение. При этом попадаются самые разные комбинации расположения этих полос на проездах (рис. 58).

Довольно часто встречаются зеленые полосы в середине улицы между трамвайными путями. Если эти полосы вместе с трамваем посредине отгорожены и выделены на особое полотно (рис. 58-д), то в этом нет большой беды; однако, при этом получаются некоторые технические неудобства в устройстве путей и, кроме того, пересекающий транспорт должен дважды пересекать трамвайные пути. Но эти полосы довольно часто служат бульварами для прогулок (Москва, Берлин и др. рис. 58-е), что порождает постоянные несчастные случаи при выходе пешеходов из бульвара через трамвайные пути. В случае, если зеленую полосу нужно объединить с трамваем, необходимо устроить ее с обеих сторон путей, выделив одновременно пути на собственное полотно. Такое устройство существует на улице Марата в Ленинграде, где пути устроены без зеленых газонов, но с обеих сторон отделены от проезжих частей зеленым шпалером, придающим всему устройству очень благоприятный вид и значительно уменьшающим возможность попадания на трам-

вайные пути экипажам и пешеходам. Ширина зелени 75 — 100 *см* с каждой стороны — уже значительно улучшает условия безопасности и общий вид. На остановочных пунктах зеленая полоса превращается в посадочную площадку, которая таким образом не сужает проезжей части.

Другой метод расположения зелени — между проезжими частями и тротуарами (рис. 58-ж)—гораздо менее удобен, так как здесь зеленая полоса не используется для ограждения трамвайных путей, мешает экипажам пристать к тротуарам и часто вытаптывается пешеходами, превращающими ее в пешеходную панель. В тех случаях, когда существует потребность в создании места для отдыха и прогулок, зеленую полосу лучше всего сконцентрировать на одной стороне улицы (рис. 58-з), между пешеходной панелью и проезжей частью, и при этом дать еще небольшую проезжую часть местного значения между тротуаром и зелеными насаждениями. Но можно при очень широких улицах иметь зелень и с обеих сторон (рис. 58-и).

Устройство на остановках повышенных посадочных площадок чрезвычайно важно. Оно дает большое удобство пассажирам; уменьшает количество несчастных случаев при посадке и высадке; уменьшает опасность от экипажного движения для пассажиров, ожидающих трамвая; существенно увеличивает скорость посадки и высадки; понижает простой на остановках, что особо важно для повышения скорости, и увеличивает пропускную способность остановочных пунктов.

Устройство таких площадок рекомендуется на всех крупных и средних остановках, если только это допускается шириной улицы. Уже при ширине проезжей части в 4 *м* можно устроить площадку шириной 1 *м*; при большей ширине улицы можно повысить ширину площадки. Для крупных посадочных пунктов необходимо дать ширину площадки до 2,5 — 3,0 *м*, если улица это позволяет, так как иначе все пассажиры не помещаются на площадке.

§ 42. Устройство путей в кривых

При трассировке путей в кривых необходимо соблюдать расстояние между вагонами по немецким нормам 250 *мм*, по нормам же комиссии ПБВТС — 300 *мм*. При больших и длинных вагонах (примерно от 11 *м* длиной и выше) является необходимость особого уширения междупутья.

Некоторые трамваи (Ленинград, Гамбург) достигают этого тем, что обе кривые строятся с одинаковым радиусом. Этот метод при малых углах поворота не дает достаточного зазора для больших вагонов (12 — 13 *м*), а для больших углов поворота дает чрезмерное расстояние. Гораздо целесообразнее трассировать обе кривые, руководствуясь непосредственно заданными размерами вагонов.

В ряде случаев невозможно по размерам проездов дать необходимое расстояние, и приходится запрещать движение по встречным кривым для больших вагонов. Такой метод применяют многие американские трамваи, и, при оборудовании путей соответствующей сигнализацией, его можно считать вполне приемлемым даже в условиях плохой видимости. Если случайно оба вожатые войдут в кривые друг против друга, то, подойдя достаточно близко, они смогут остановиться во-время, благодаря малой скорости. Бывают однако расположения, когда вагоны могут задеть друг друга хвостами, — в этом случае необходимо полное соблюдение зазоров.

Допустимые в трамвайном движении радиусы кривых доходят до 15 — 14 *м*. Однако, такие малые радиусы чрезвычайно невыгодны, вследствие больших износов путей, бандажей, расхода энергии и необходимости резко уменьшать скорость. Желательно везде, где можно, довести радиусы кривых до 25 — 30 *м*, и, где это представляется возможным, сгладить имеющиеся кривые за счет перестановки заборов, памятников и т. д. Последняя мера всегда быстро оправдывается. Старая архитектура во всех городах оставила богатое наследство, в виде бесконечных препятствий уличному движению, и везде предстоит еще много работы по приспособлению улиц и площадей к нуждам транспорта.

§ 43. Устройство путей в узлах и методы повышения пропускной способности

Наиболее сложные вопросы возникают при планировке трамвайных путей в узлах и на перекрестках. Точки пересечения и разветвления — узлы являются и в переносном смысле узлами всего движения. Здесь решаются вопросы пропускной способности всей сети. Как мы выше видели, пропускная способность сети определяется, в первую очередь, пропускной способностью узлов, а последняя зависит от работы остановок и быстроты прохождения поездов через пересечения. В узлах, где пропускная способность проходит к пределу и, особенно, в центральных частях города, чрезвычайно важно так расставить остановки и придать узлу такую форму, чтобы получить минимальные задержки на остановках и в пересечениях. В ряде случаев перепланировка двух-трех крупных узлов может резко повысить пропускную способность всей сети.

Крупные узлы являются точками, наиболее уязвимыми с точки зрения безопасности. Умелое планирование позволяет значительно снизить опасность наездов вагона на пешеходов и на другие вагоны.

Как пропускная способность, так и вопросы безопасности, оказывают решающее влияние и на скорость движения.

Рассмотрим сперва простейшие виды узлов—крест и простое ответвление.

В кресте мы имеем слияние четырех радиусов, из которых соединяются между собой только диаметрально противоположные. Пропускная способность, как мы выше видели, определяется длительностью посадки или высадки и длительностью прохода через узел. Мы выше приняли формулу

$$\tau_0 = 11 + 4\lambda + \beta q' + \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau'^2}{\tau},$$

где

$$\tau = 11 + 4\lambda + \beta q', \quad \tau' = 0{,}2\,(L + \Delta) + 5.$$

Из этой формулы ясно видно, что пропускная способность зависит при заданном составе поезда, от β, q' и Δ. Значительную роль играет величина Δ — половина ширины улицы. Для увеличения пропускной способности нам важно сузить улицу до допустимого минимума. Это представляет собой еще одну из причин, по которым следует воздерживаться от слишком широких проезжих частей. Но решающую роль играет оборот остановки q': чем больше пассажиров пользуется данной остановкой, тем меньше пропускная способность.

В некоторых случаях можно повысить пропускную способность, если к остановке у узла подвинуть близко другую остановку, с тем, чтобы отвлечь часть пассажиров по этой причине в центре крупных городов не следует слишком сокращать число остановок.

Некоторые трамваи в Америке, а также Вена практикуют так называемые двойные остановки: перед узлом устраиваются две остановочные площадки одна за другой, из коих каждая рассчитана по длине на целый поезд. Пассажиры могут садиться на той или другой, причем вагон, имевший остановку на задней площадке, уже на передней не останавливается, а проходит через узел прямо. Таким образом уменьшается посадка на каждый вагон q', но увеличивается время прохождения такого как бы сдвоенного поезда через узел. Результат в идеале сводится к удвоению состава поезда. На самом деле трудно рассчитывать на то, чтобы всегда проходили по два поезда вместе. Время подхода обоих поездов к своим остановкам будет разное: распределение пассажиров между поездами также будет неодинаковое — передний поезд будет наполняться больше заднего. Посадка и высадка также окончатся не одновременно, и потому далеко не всегда оба поезда смогут тронуться через узел одновременно. Таким образом, удвоения пропускной способности не получится, но значительное увеличение будет несомненно. Уже выше было указано, что несистематическая (обычно даже запрещаемая) посадка пассажиров в поезд, стоящий в хвосте или медленно подходящий к нормальной остановке, довольно существенно повышает пропускную способность. Тем более она повысится, если посадку и высадку в поезд, стоящий сзади узаконить, устроить посадочную площадку, и еще более,— если разрешить этому поезду уже не останавливаться на передней площадке. Однако, это

последнее обстоятельство и является основным, с точки зрения безопасности, возражением против двойной остановки, так как пассажиры, находящиеся на передней посадочной площадке, будут стремиться вскакивать на ходу в проходящий поезд. По этой причине двойные остановки и не находят особенно широкого распространения, и к ним можно прибегать только в случаях, когда другие методы повышения пропускной способности исчерпаны.

Как с точки зрения пропускной способности, так и, особенно, из соображений безопасности, остановки должны быть перед крестом. Применяющиеся кое-где и у нас и в Америке остановки после пересечения опасны, ухудшают пропускную способность и вызывают лишние остановки.

Другой, простейший вид узла — нормальное ответвление — (рис. 50). Наибольший объем движения бывает на радиусе 1 (сумма движения на обоих других); на нем и могут возникать наибольшие затруднения в отношении пропускной способности. Обычное расположение остановок по одной на каждом радиусе перед входом в узел—наилучшее с точки зрения безопасности.

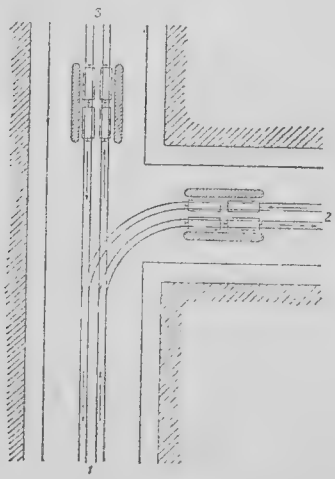


Рис. 60. Устройство остановок на ответвлении после пересечения.

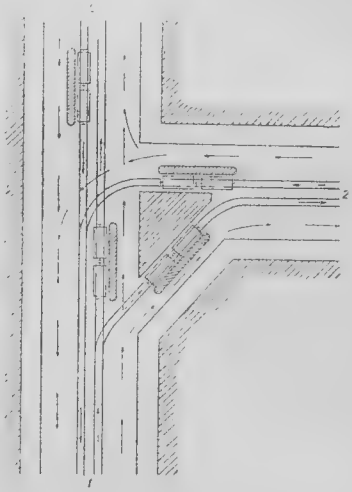


Рис. 61. Устройство остановок в ответвлении на диагоналях в площади.

Но при этом наибольшая посадка и высадка получатся на площадке 1; здесь же находится и максимум проезжающих поездов, и, следовательно, получаются наибольшие задержки в отношении пропускной способности. Чтобы увеличить пропускную способность этой точки, мы можем применить все те меры, которые применяются и для креста, в том числе и двойные остановки; но здесь возможно еще разбить данную остановку на две другим путем, именно: вместо одной остановки на радиусе 1, устроить по одной на обоих других радиусах уже после перехода через улицу (рис. 60). Для пассажиров такое разделение посадочных пунктов по направлениям будет только удобно, так как они не будут пропускать мимо себя вагоны чужих направлений и в меньшей мере будут мешать друг другу. С точки зрения пропускной способности получится огромное улучшение. Единственным недостатком данного метода является некоторое ухудшение условий безопасности, так как вагоны, идущие от радиуса 1, будут пересекать узел с ходу. Особенно опасны в этом отношении вагоны, идущие через узел прямо при правом ответвлении или влево при левом ответвлении, так как они пересекаются со встречными трамвайными поездами и с экипажными потоками. Но все же такой метод лучше, чем двойная остановка. Вполне удовлетворительное решение может получиться, если площадка, образуемая узлом, настолько велика, что позволяет вагонам наиболее опасного направления останавливаться после стрелки, но не доходя до пересечения со встречным направлением (рис. 61). В этом случае остается только сравнительно небольшая опасность наезда вагонов, идущих вправо, на пошерстные экипажи, идущие прямо, что гораздо

легче можно предотвратить. В случае невозможности такого решения при малой площади можно прибегнуть к так называемой раздвоенной остановке (рис. 62), при которой на самом радиусе 1 стрелка устраивается до остановки и получаются две рядом лежащие остановочные площадки до перехода через узел, и, следовательно, опасность наезда на встречные вагоны и экипажи очень мала. Для успешного проведения этого метода необходим ряд условий:

1) посадочная площадка между путями должна быть достаточно широка; желательно ее отгородить от идущего справа пути решеткой;

2) проход на внутреннюю посадочную площадку через путь должен быть спереди от остановки; возможность перехода через правый путь на внутреннюю площадку в других местах должна быть закрыта;

3) стрелка должна быть настолько отодвинута от узла, чтобы после прохода ее на каждом пути могли разместиться не один, а два поезда; в противном случае поездам одного направления часто придется ждать пропуска поездов другого направления.

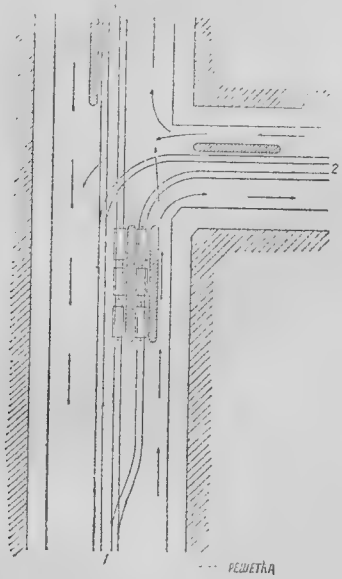


Рис. 62. Раздвоенная остановка перед ответвлением.

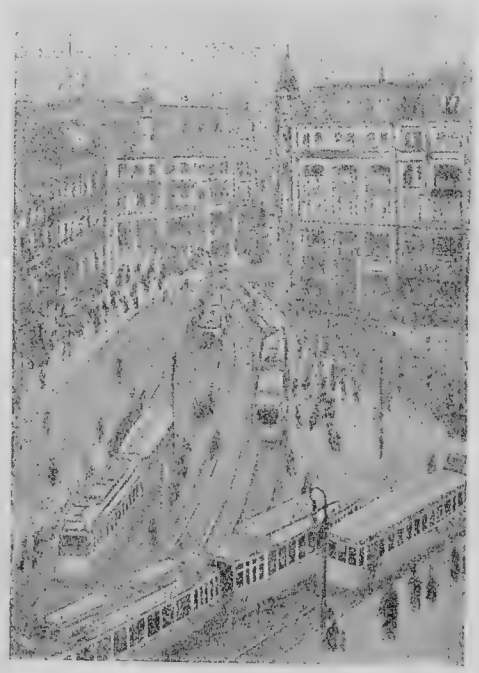


Рис. 62-а. Раздвоенная остановка на площади Spittelmark в Берлине (два левых пути с направлением на зрителя.

При соблюдении этих правил раздвоенные остановки могут дать огромный плюс с точки зрения пропускной способности. Они применяются с большим успехом в Берлине (Spittelmarkt, Tauentzienstrasse), в Лейпциге (вокзальная площадь) и др. Понятно, что для этого требуется достаточная ширина улицы.

Более сложный узел представляет собой треугольник, т. е. три радиуса, соединяющиеся попарно между собой. Кроме двойных и раздвоенных остановок на загруженных радиусах, можно получить наилучшее решение с точки зрения пропускной способности, если при наличии достаточной площади, все остановки перенести от радиусов на середину треугольника (рис. 63) так, что всего получается шесть остановочных площадок, вместо трех. Средняя треугольная площадь вся является посадочной площадкой на три фронта. Проезд экипажей возможен только по кольцу вокруг треугольника трамвайных путей. Это ограничение для трамвайного движения создает достаточную безопасность, хотя трамвайные поезда, двигаясь без остановки из своего радиуса на треугольник, могут наехать на экипаж, идущий по кольцу. Для пересадки пассажиров такое устройство гораздо удобнее, чем остановки на радиусах, перед входом в узел.

В случае особой надобности, можно экипажное движение пустить полностью или частично не по кольцу, а наперерез через треугольник. Но в этом случае условия безопасности ухудшаются.

Приблизительно те же решения возможны и при наличии креста с одной кривой (рис. 64). Помимо обычного расположения остановок на всех четырех радиусах, здесь, в случае исчер-

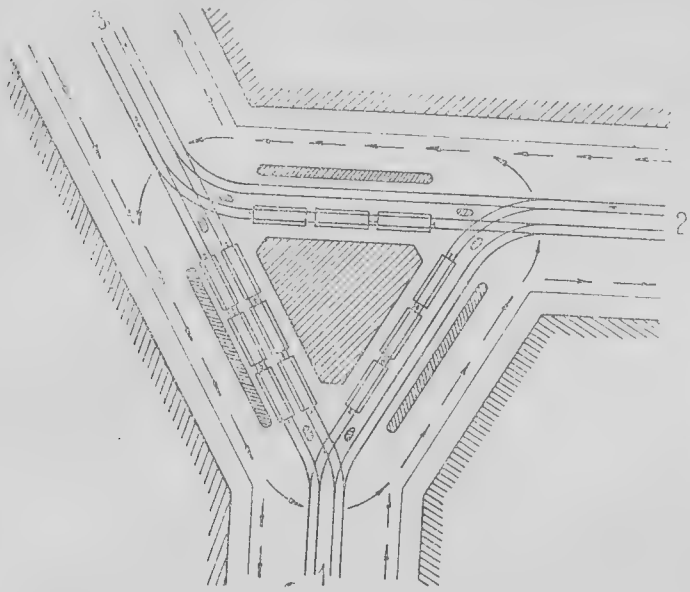


Рис. 63. Устройство остановок на площади при треугольнике.

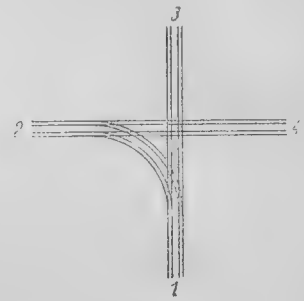


Рис. 64. Крест с кривой.

пания пропускной способности, могущей наступить, в первую очередь, на радиусах 1 и 2, соединенных кривой,—следует применить:

1) двойные остановки на этих радиусах;

2) раздвоенные остановки на них же (рис. 65);

3) отведение кривой в близлежащую улицу, если таковая имеется, причем остановки располагаются после стрелок (рис. 66);

4) устройство остановок на кривой на самой площади, если она достаточно велика (рис. 67).

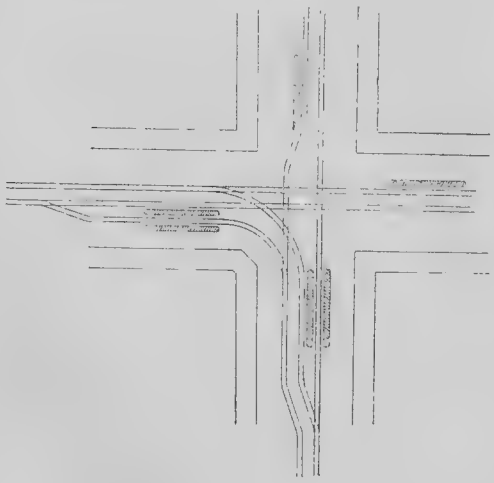


Рис. 65. Раздвоенные остановки перед крестом с кривой.

В Ленинграде крупнейший узел, вызывающий наибольшие задержки движения, на углу проспекта 25 Октября и улицы 3 Июля, состоит из креста и одной кривой, причем очереди вагонов получаются на проспекте 25 Октября в сторону площади Восстания и на улице 3 Июля в сторону Сенной. Расположение данного перекрестка не позволяет размещения остановок на кривой (рис. 68). Раздвоенная остановка возможна только на широком проспекте 25 Октября; на узкой же улице 3 Июля она невозможна. Обходная улица имеется в виде Толмазова переулка, очень узкого. Поэтому в данном случае, для увеличения пропускной способности узла, можно применить комбинированный метод: на проспекте 25 Октября построить раздвоенную остановку для кривой от площади Восстания к Сенной площади, а обратную кривую пропустить через Толмазов переулок и площадь Островского, с остановкой у проспекта 25 Октября (рис. 69). Этот проект был выдвинут автором, но пока не проводится из-за необоснованных опасений перед раздвоенными остановками.

Проведение этого проекта может очень значительно, примерно на 50%, повысить пропускную способность узла.

Более сложные узлы получаются из креста с двумя, тремя и четырьмя кривыми. При трудностях с пропускной способностью, наилучшим решением, если позволяет площадь, является размещение всей посадки и высадки в середине площади. Итого может получиться до 12 посадочных площадок (рис. 70). Экипажное движение необходимо вести по кольцу, что значительно улучшает условия безопасности. Если вести расчет на трехвагонные составы и считать необходимым за каждой площадкой иметь еще место для запасной площадки, то потребуется квадратная площадь приблизительно 150×150 *м*. Если дать только простые посадочные площадки, то минимально необходимый размер площади = 100 × 100 *м*. Треугольники между трамвайными посадками могут быть частично превращены в зеленые газоны, и, во всяком случае, должны быть недоступны для экипажного движения.

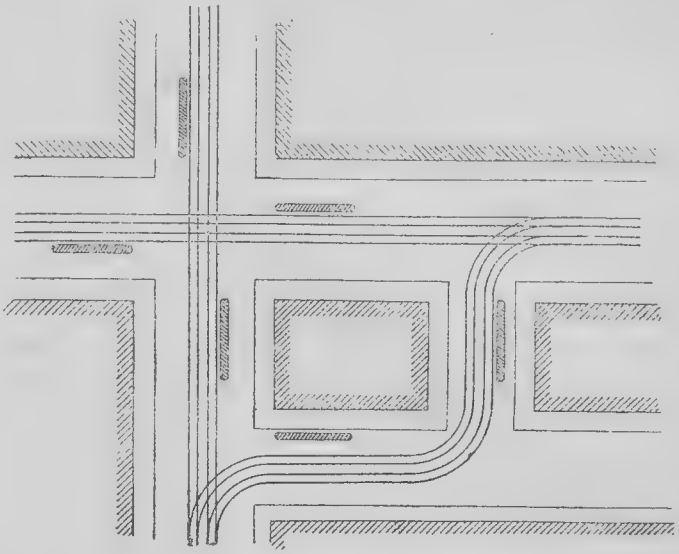


Рис. 66. Ответвление кривой в ближайшую улицу для размещения остановок.

Нет надобности выполнять данную схему полностью. В зависимости от местных условий, она может выполняться и частично.

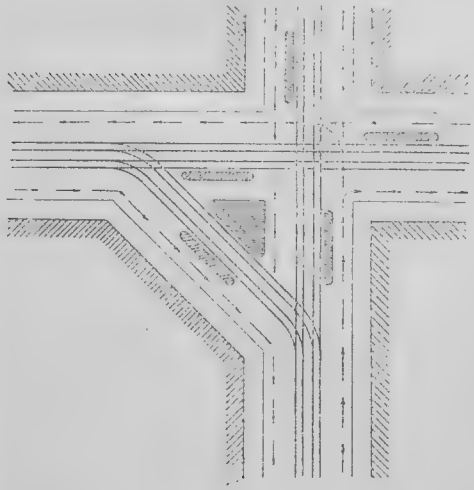


Рис. 67. Устройство остановок на диагонали на площади при кресте с кривой.

Если в узел вливаются не 4, а 5, 6 или больше радиусов, то наилучшим решением является оформление узла в виде креста с необходимыми кривыми, а вне узла надо при этом дать разветвление одного или двух радиусов (рис. 71). Такой метод разбивки узла на составные части гораздо лучше с точки зрения пропускной способности, чем метод непосредственного пересечения пяти или шести радиусов в разных комбинациях (рис. 72).

Другой метод оформления узла при слиянии 4 и более радиусов — кольцо. Кольцевое расположение площади было весьма излюблено в старой архитектурной школе планировки. Внутри кольца часто устраивали сквер или зеленые насаждения.

С точки зрения движения кольцо может быть однонаправленное или на оба направления. При однонаправленном кольце все движение совершается из радиусов в кольцо и из кольца в радиусы — направо (рис. 73). Этот метод дает наибольшую безопасность. Все движение по кольцу идет против часовой стрелки. Но при этом путь между близкими радиусами в одном направлении (короткое) от 2 к 1, в другом направлении (очень длинное) вокруг всего кольца (от 1 к 2). Пропускная способность такого однопутного однонаправленного кольца очень мала, так как через любое сечение кольца

проезжает сумма поездов в одном направлении всех радиусов. Примером такого устройства может служить в Берлине Belle Alliance Platz, в Москве площадь Восстания.

Для увеличения пропускной способности можно сохранить однонаправленное движение (против часовой стрелки), но дать несколько параллельных путей. Так, например, узел из 5 радиусов, между которыми требуется 7 сообщений (1—3, 1—4, 1—5, 2—4, 2—5, 3—5, 4—5), может иметь форму, показанную на рис. 74. Приблизительно такую форму имела Лубянская площадь в Москве до 1931 г.

При кольце с двумя направлениями (рис. 75) каждое сообщение может производиться по кратчайшему расстоянию, а сообщение между диаметрально противоположными радиусами — по той или другой половине кольца. В итоге через каждое сечение внутреннего или наружного кольца проходит только половина всего числа поездов всех радиусов. Но треугольники в местах вливания радиусов в кольцо являются пунктами, наиболее опасными с точки зрения наездов, а также уменьшают пропускную способность, в виду получающихся в них пересечений. Такое расположение было принято для площади Восстания в Ленинграде в довоенное время.

Рис. 68. Угол проспекта 25 Октября и улица 3-го Июля в Ленинграде в существующем виде.

При кольцевой форме узла мыслимы два вида расположения остановок: или на радиусах у входов в узел, или на самом кольце. Последнее вызывало бы задержку многих поездов, проезжающих через узел, диаметрально, и заставляло бы их иметь несколько остановок. Единственно возможным является расположение остановок на радиусах перед входом в узел, а это, как мы видели, дает сравнительно малую пропускную способность.

Если мы кольцевое расположение узла сравним, например, с рис. 70, то мы увидим, что расположение в виде креста с боковыми перемычками имеет ряд преимуществ:

1) дает минимальные пробеги для вагонов;

2) избегает кривых, содежание и износ которых дорого обходятся;

3) дает наиболее целесообразную разбивку остановок и сильно повышает пропускную способность;

4) дает удобные пересадочные возможности для пассажиров;

5) сокращает общее число пересечений (с 20 до 16).

В итоге можно признать, что кольцевая форма является принципиально не целесообразной для разрешения транспортных задач. В случаях, где особо остро встает необходимость увеличения пропускной способности, приходится перестраивать имеющиеся кольца на крестообразные формы. Такова перестройка площади Восстания в Ленинграде. Форма данной площади не квадратная, а трапецоидальная, и кроме того, она довольно мала

Рис. 69. Проект переустройства узла г. пр. 25 Октября и ул. 3-го Июля для увеличения пропускной способности.

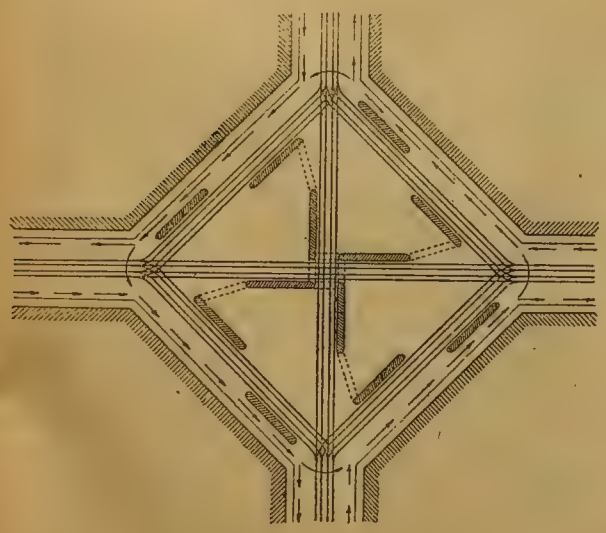


Рис. 70. Устройство остановочных пунктов на площади при кресте с 4-мя кривыми.

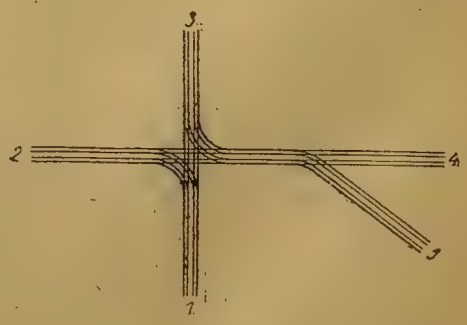


Рис. 71. Узел с 5-ю радиусами. Решение в виде креста с разветвлением вне креста.

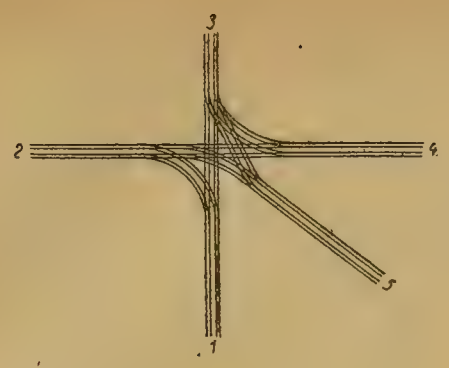


Рис. 72. Узел с 5-ю радиусами, пересечение всех радиусов в самом узле.

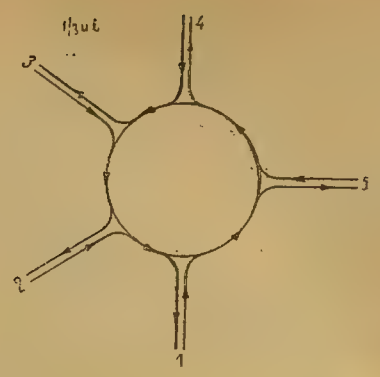


Рис. 73. Однопутное, однонаправленное кольцо

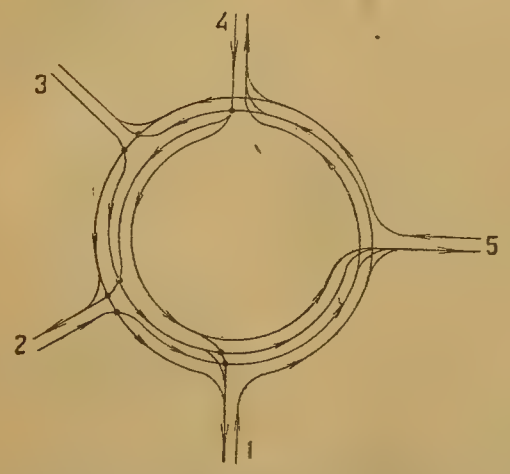


Рис. 74. Многопутное, однонаправленное кольцо.

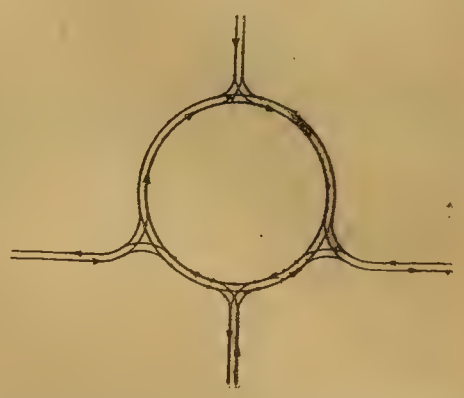


Рис. 75. Двупутное кольцо с движением в оба направления.

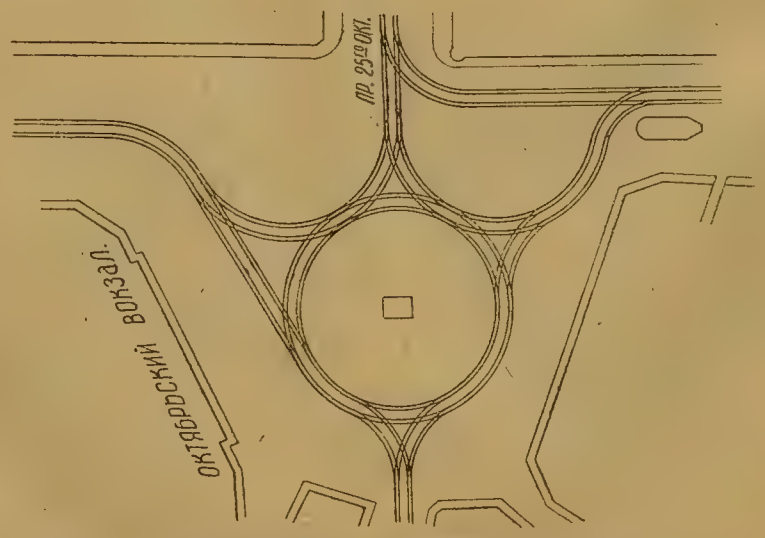


Рис. 76. Площадь Восстания в Ленинграде до переустройства.

(рис. 76). При переводе кольца на крест, пришлось дать диагональные перемычки только для соединения проспекта 25 Октября со стороны Красной площади с Лиговкой в обе стороны (рис. 77). Для соединения же проспекта 25 Октября со стороны улицы 3 Июля с Лиговкой, применен метод раздвоенных остановок. По местным условиям — наличие в центре площади известного „Пугала“ (памятника Александру III), снять которое было бы нежелательно, — пришлось прямую по проспекту 25 Октября несколько изогнуть вокруг этого памятника.

Другой пример кольцевого движения — Лубянская площадь в Москве. Здесь движение также может быть переделано в крест с диагоналями, чем значительно повысится пропускная способность этого самого важного узла Московской системы, а тем самым и всей Московской сети (пример такого переустройства на рис. 78 и 79).

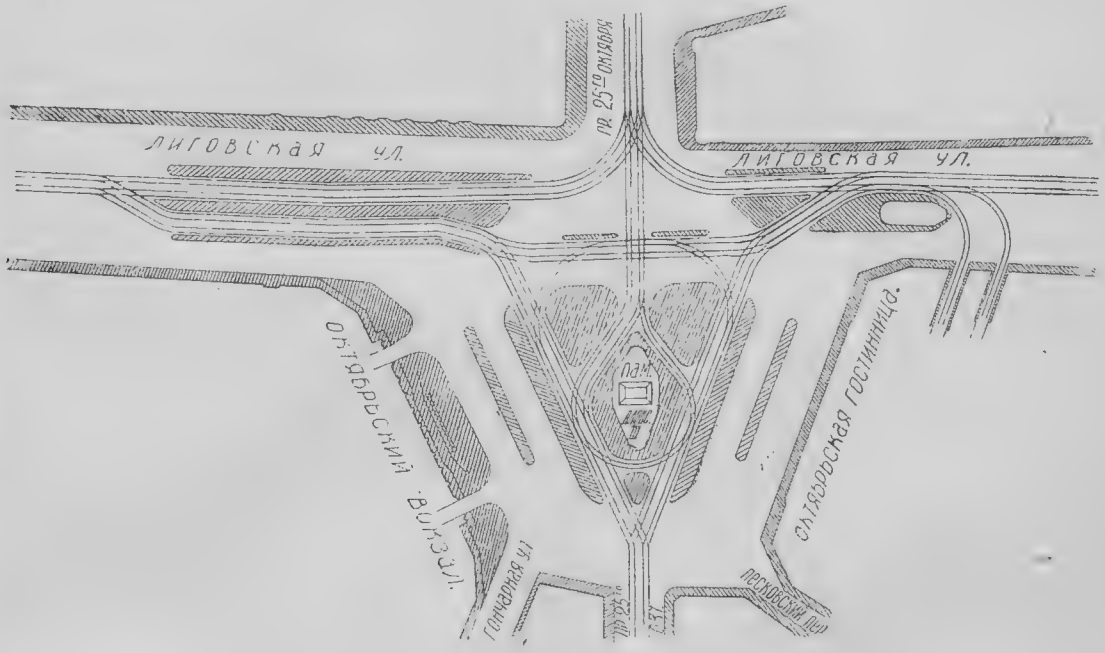


Рис. 77. Площадь восстания в Ленинграде после переустройства

Часто кольцевые узлы служат и конечными пунктами для возвращения через них вагонов. Это допустимо лишь в том случае, если пропускная способность узла далеко еще не исчерпана и если имеется возможность оставить на кольце вагоны, не мешая вагонам сквозного движения. В общем, как увидим ниже, в центре города, где вопросы пропускной способности являются решающими, нет надобности устраивать конечный пункт маршрутов. В тех же случаях, когда это по тем или другим соображениям необходимо, нужно располагать петлю для возврата вагонов не в самом узле, а сбоку от него. Так, например, если при кресте необходимо устроить возможность возврата вагонов в сторону радиусов 1 и 2, то задачу лучше всего решить петлей, согласно рис. 80; возможно также решение согласно рис. 80-а, но при этом кривые должны быть устроены двухсторонние.

Таковы те основные принципы расположения трамвайных узлов, которые вытекают из условий наилучшей безопасности, пропускной способности и скорости движения. Приближение их к местным условиям каждого узла, учет размеров и форм имеющейся площади, окружающих зданий, необходимость расположить остановки по близости от тех или других зданий, специальные потоки экипажного движения — все это создает огромную пестроту решений, и все вышеуказанное должно быть понято только как изложение руководящих идей в данном вопросе.

Рассмотрим еще несколько специальных случаев устройства узлов.

Очень часто приходится соединять трамваем две параллельные улицы, несколько сдвинутые одна против другой, так что линия, их соединяющая,

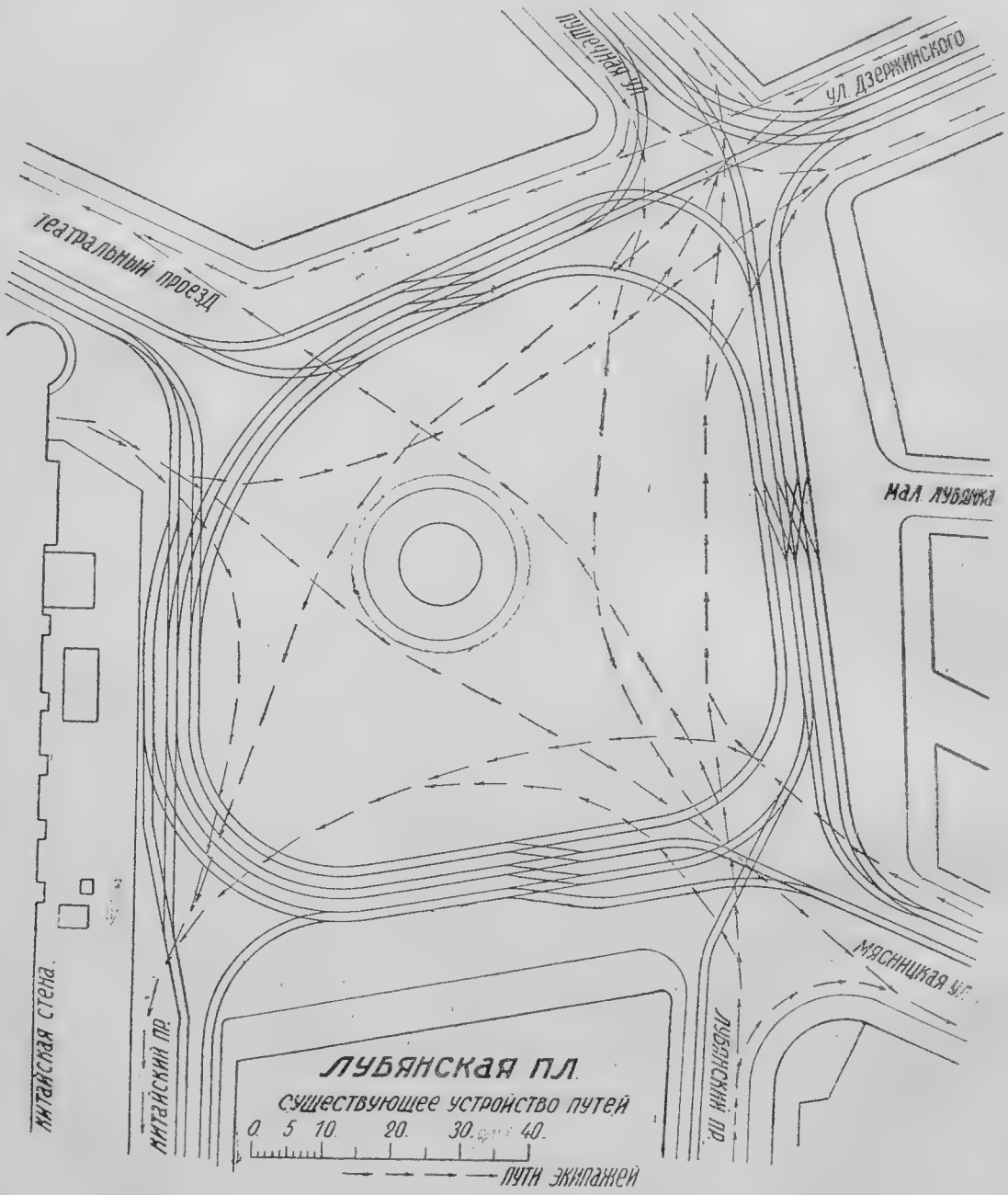


Рис. 78. Лубянская пл. в Москве до переустройства.

частично проходит по поперечной улице, также имеющей трамвай. В этом случае получается чрезвычайная загрузка совместного участка *А — А* обоих линий, и пропускная способность сильно падает (рис. 81). Такое расположение часто встречается даже в сравнительно новых городах (в Ленинграде улица Белинского и улица Некрасова, угол проспекта Володарского). Везде, где можно, следует избегать подобных узлов, хотя бы за счет косых пересечений. В случае

же необходимости, если ширина проездов позволяет, может быть применено в месте скопления устройство с четырьмя путями (рис. 82).

Выше было указано на желательность устройства кривых с достаточно большими радиусами, во избежание износа. Однако, в узлах, где имеется оста-

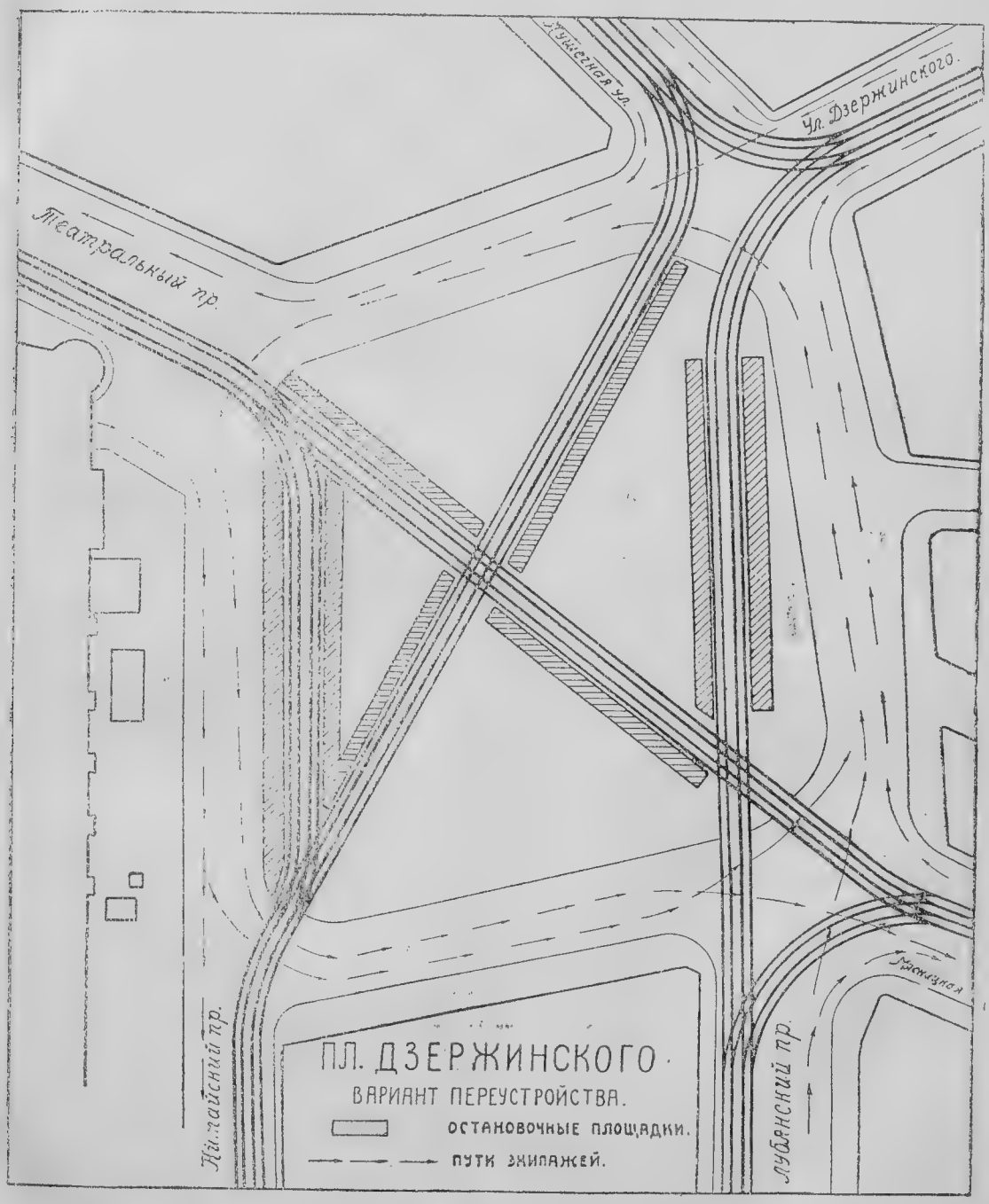


Рис. 79. Площ. Дзержинского в Москве. Один из вариантов переустройства.

новка перед стрелкой (рис. 52), большой радиус кривой заставляет сильно отодвинуть остановочную площадку назад от узла и тем самым увеличивает время прохождения через узел τ'. Поэтому как-раз в наиболее крупных узлах

желательно ограничиваться малыми радиусами порядка 18—20 *м*, мирясь с излишними износами путей.

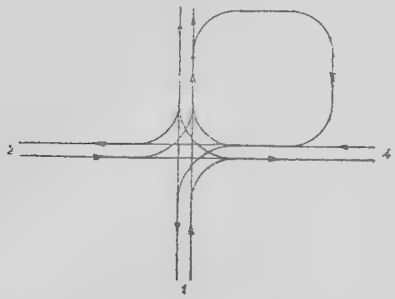


Рис. 80. Устройство петли в кресте. Первый вариант.

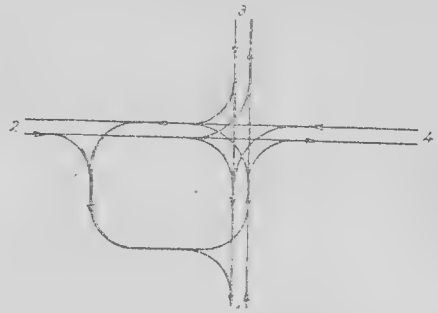


Рис. 80-а. Устройство петли в кресте. Второй вариант.

§ 44. Одноколейные участки пути

Одноколейные участки пути могут быть вызваны двоякой причиной: или желанием съэкономить на расходах по устройству путей, или невозможностью разместить на данной улице два пути, в виду ее узости.

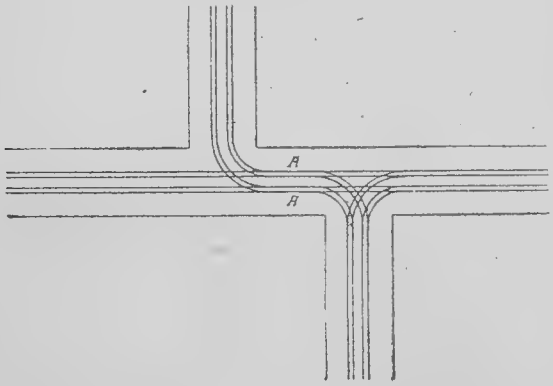


Рис. 81. Пересечение с двумя сдвинутыми радиусами.

Первая причина чаще всего выступает на окраинных линиях с малым движением. При этом приходится учитывать и оборотную сторону медали — эксплоатационные неудобства, связанные с одноколейными участками:

1) всякая нерегулярность движения при одноколейных участках сказывается в виде больших задержек на всем одноколейном участке, что вызывает уменьшение скорости и невыполнение графика движения;

2) интервал при одноколейных участках совершенно жестко задан, и нельзя точно приспособить число вагонов к потребности; возможно только варьировать самую величину состава;

3) по означенному участку можно направлять только один маршрут, так как при двух маршрутах пускать вагоны регулярно по очереди было бы очень затруднительно;

4) все перегоны одноколейного участка должны иметь совершенно одинаковый пробег по времени, что часто создает затруднения. При установившемся уже равновесии добавление той или другой остановки вызывает неравномерность в пробегах и тем самым лишние ожидания поездов.

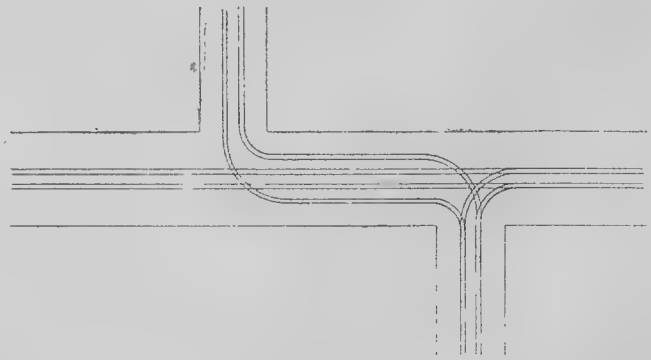


Рис. 82. Устройство 4-х путей в пересечении с двумя сдвинутыми радиусами.

Понятно, что, чем гуще движение, тем меньше оснований для устройства одноколейных участков, так как при густом движении уменьшаются выгоды и увеличиваются неудобства.

В самом деле, пусть требуемый интервал между поездами — i минут. При скорости сообщения v_r *км/час*, это дает расстояние между поездами

$$L_0 = \frac{iv_r}{2.60}\ км = 8{,}33i \cdot v_r\ м.$$

Каждый разъезд должен иметь длину около 10_0 *м*, и потому возможная экономия пути на перегон равна $(8{,}33\ iv_r - 100)$ *м* или на километр пути — $\left(1 - \frac{12}{iv_r}\right)$ *км*. При цене 50 тыс. руб. на один километр пути (рельсы Виньоль) это дает строительную экономию

$$50\,000 - \frac{600\,000}{iv_r}\ \text{руб. или (при } v_r = 20) - \left(50\,000 - \frac{30\,000}{i}\right).$$

С другой стороны, вследствие невозможности точно приспособить вагоны к потребности пассажиров, как увидим ниже, можно принять, что в среднем в поезде окажется излишек порядка $^1/_4$ вагона. При интервале i минут и 1 000 мин. движения в день, это дает на километр пути в день

$$^1/_4 \cdot 2 \cdot \frac{1\,000}{i} = \frac{500}{i}$$

вагоно-километров или по цене 15 коп. вагоно-километр — $\frac{75}{i}$ руб. в день или $\frac{27\,000}{i}$ руб. лишних затрат в год. К этой цифре должны быть прибавлены еще перерасходы и неудобства пассажиров, вызванные задержками из-за нерегулярности. Оценить их численно очень трудно, для ориентировки учитываем их умножением предыдущей цифры на 1,5, так что общий убыток в год равен приблизительно $\frac{40\,000}{i}$.

Для оправдания одноколейного участка эти убытки должны быть меньше ежегодного процента на капитал, вложенный во второй путь, и содержания пути; в сумме принимаем 18% или

$$\frac{40\,000}{i} < 0{,}18\left(50\,000 - \frac{30\,000}{i}\right)$$

$$\frac{45\,400}{i} < 9\,500,\ i > 5\ \text{мин.}$$

Таким образом, при современных экономических условиях одноколейные участки могут оправдываться при интервале не менее 5 мин.

Во всяком случае одноколейные участки применимы только на конце маршрута. В середине маршрута устраивать одноколейный участок крайне нежелательно, в виду особо значительных задержек при всякой нерегулярности.

Одноколейные участки довольно распространены в Германии (Берлин, например, имеет 26 одноколейных перегонов). Ленинградский трамвай, в послереволюционное время вынужденный чрезвычайно экономить, построил их довольно много. Москва, наоборот, почти совершенно не имеет одноколейных участков.

Совсем иначе обстоит вопрос с одноколейными участками, вызванными узостью улиц. В этих случаях надо стремиться к тому, чтобы встречное направление шло по близкой параллельной улице, что вполне приемлемо, если расстояние между улицами невелико (50—100 *м*). Такие устройства чаще всего встречаются именно в центре старых городов (Кельн, Москва, Вена, Нюрнберг), где приходилось прокладывать трамвай по узким улицам средневекового происхождения.

Если между параллельными улицами расстояние велико, то у пассажиров теряется ощущение того, что обе параллельные улицы представляют собою одну линию трамвая, и обслуживание пассажиров получается слишком ненормальное. Лучше имеющуюся узкую улицу отдать исключительно для двухпутного трамвая, запрещая по ней всю остальную езду и перенося последнюю на боковые улицы.

Глава 8

УСТРОЙСТВО КОНЕЧНЫХ ПУНКТОВ

§ 45. Основные требования

Устройство конечных пунктов играет немалую роль для нормального функционирования движения. Чрезвычайно большое количество имеющихся и возможных типов конечных пунктов должно быть оценено со следующих точек зрения:

1) первоначальная стоимость;
2) текущие затраты на содержание путей;
3) удобство посадки и высадки пассажиров;
4) необходимость подачи вагонов назад, что неудобно для вожатого и вызывает частые повреждения частей вагона, особенно бугеля;
5) необходимость и возможность отцепки и перецепки прицепных вагонов при наличии таковых;
6) необходимость содержания вагона-толкача, если перецепка без него невозможна;
7) обслуживание необходимого количества маршрутов, из которых каждый должен иметь возможность отправляться с конечного пункта, не дожидаясь остальных;
8) возможность изменить, в случае надобности, направление движения моторного вагона, т. е. ездить другим контроллером впереди, и
9) возможность поставить на легкий ремонт поврежденные вагоны.

По расположению своему на сети следует отличать собственно конечные пункты, находящиеся на конце трамвайной линии, и промежуточные конечные пункты, с которых возвращается только часть маршрутов, а остальные проходят далее. При последних важно еще, насколько стоянка и маневры маршрутов, имеющих в данном месте конечный пункт, мешают сквозным маршрутам.

В основном конечные пункты можно разделить на три группы:

1) переходы и разъезды,
2) петли и кольца,
3) треугольники.

Встречаются и комбинации из этих типов.

Рис. 83. Тупик со стрелкой (полупереход).

Рис. 84. Переход.

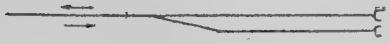


Рис. 85. Вилка.

§ 46. Типы конечных пунктов

Простейший вид конечного пункта при двухколейном пути — тупик со стрелкой (полупереход) (рис. 83). По стоимости и текущим расходам на пути это устройство требует минимальных затрат. При движении одиночками имеется только необходимость подачи вагона назад. Но при прицепных вагонах требуется и перецепка таковых, что возможно при помощи постоянного вагона-толкача, который остается на конечном пункте весь день. При подходе поезда моторный вагон отцепляется, переходит через тупик на второй путь, а толкач ему туда подает прицепные вагоны. Вместо толкача применяется и другой метод, при котором каждый пришедший поезд оставляет свои прицепные вагоны и забирает прицепные вагоны, оставленные предыдущим. При этом один поезд в маршруте ходит одиночкой или специальный вагон приводит прицепки с утра. И в том, и в другом случае требуются лишние вагоны — моторный или прицепные, но когда применяется толкач, необходим еще вожатый для его обслуживания. Прицепка вагонов требует сцепщика и отнимает 2—4 минуты, в зависимости от устройства вагонов. Обслуживание больше одного маршрута возможно, но перепускать маршруты не в порядке прибытия настолько затруднительно (путем постановки одного поезда в конец тупика), что практически почти исключается возможность регулярного движения двух маршрутов. Точно также очень трудно поставить поезд на ремонт. В итоге

текущие расходы на обслуживание данного устройства столь велики, что оно почти никогда не применяется.

Немного лучшие результаты дает полный переход (рис. 84). По сравнению с полупереходом в данном случае удобнее обслуживать два маршрута и ставить вагоны на запас, но необходимость в сцепщике и вагоне-толкаче остается.

При одноколейных линиях этому типу соответствует вилка (рис. 85), отличающаяся тем же свойством с точки зрения движения.

Гораздо лучше и чаще применяется разъезд как для двухколейных путей (полупереход и переход), так и для одноколейных (два полуперехода) (рис. 86, 87 и 88). При этом остается необходимость в перецепке, сцепщике и подаче вагонов назад, но перецепка возможна без толкача собственным моторным вагоном разными методами:

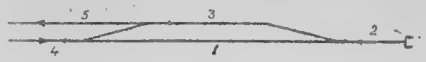


Рис. 86. Разъезд в конце двухколейного пути, вариант 1.

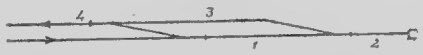


Рис. 87. Разъезд в конце двухколейного пути, вариант 2.

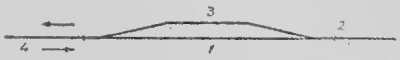


Рис. 88. Разъезд в конце одноколейного пути.

Рис. 89. Разъезд с тупиком.

1) Пришедший поезд становится в точку 1, здесь моторный вагон отцепляется, идет на тупик 2, далее на участок 3, участок 4 и оттуда обратно на 1, где прицепляется к своим прицепным вагонам и уходит на участок 4, освобождая путь для перецепки следующего поезда (рис. 87).

2) При двухколейном разъезде, согласно рис. 86, а также иногда при разъезде на конце одноколейной линии, для освобождения участка 1 под следующий поезд, возможно из точки 1 после прицепки прицепных осадить поезд на тупик 2, и оттуда подать его на участок 3 и 5.

3) Иногда же при одноколейных участках оставляют первый поезд на участке 1, а второй принимают на участок 3. При этом, однако, невозможно ставить стрелки на одноходовое положение (движение всегда вправо) и требуется перевод стрелок поездным персоналом.

4) Возможно по приходе поезда на участок 1 задвинуть его весь на тупик 2, осадить на 3, отцепить моторный вагон, обойти им через 2, 1, 4 — обратно на 3 и здесь прицепиться.

Этот метод одинаково возможен для разъездов, согласно рис. 86 и 87, и для одноколейного разъезда (рис. 88), но требует несколько больше движений.

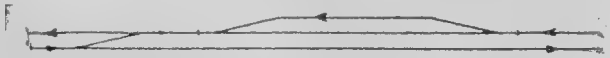


Рис. 90. Третий путь для возврата вагонов, вариант 1.

Рис. 91. Третий путь для возврата вагонов, вариант 2.

В общем разъезд согласно рис. 87 лучше, чем согласно рис. 86, так как позволяет обойтись меньшим количеством операций при перецепке, если пользуются методом 1.

Движение двух маршрутов на таком разъезде возможно, но очень затруднительно.

Оно становится легче при разъезде с тупиком (два полных перехода, рис. 89).

В середине линии для возврата части маршрутов двойной переход (рис. 86 или 87) хотя и применим, но вызывает большие задержки сквозных поездов, требуя при их пропуске лишних маневров для вагонов, стоящих на разъезде. Поэтому в данном случае лучше устроить третий путь (рис. 90 и 91), на котором и выстаивают возвращаемые вагоны.

Петля имеет громадное преимущество перед указанными выше устройствами. Уже в простейшем виде—правая (рис. 92) или левая (рис. 93)—петля позволяет возвращать вагоны без перецепки, без подачи назад и пригодна одинаково для одиночек и для поездов. Однако, стоимость ее выше, так как требуется довольно большая длина путей. Желательно иметь радиус петли

не менее 25—30 *м*, и тогда длина ее получится около 150—200 *м*. Содержание петли и, особенно, износ кривых вызывают довольно значительные ежегодные затраты. Однако, в виду операционных удобств, особенно при переходе на двух и трехвагонные составы старые разъезды перестраиваются почти везде на петлю. Большинство немецких городов и ленинградский трамвай проводят постепенно такую программу. Правая петля проще левой и удобнее для посадки пассажиров, которые при левой петле должны пересечь путь для того, чтобы садиться в поезд с правой стороны.

Рис. 92. Петля правая.

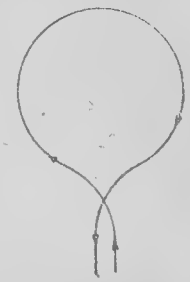


Рис. 93. Петля левая.

Простая петля не позволяет пускать более одного маршрута и не разрешает ставить вагоны на ремонт, а также менять направление моторного вагона. Для последней цели можно устроить петлю с переходом (рис. 94). Для постановки вагонов в ремонт целесообразно строить петлю с тупиком (рис. 95 и 96). Пошерстный тупик (рис. 95) всегда лучше противошерстного, но иногда условия места могут понудить к устройству последнего.

Если применяются два маршрута или более, то в крайнем случае со значительными неудобствами можно обойтись петлей с тупиком, но правильное

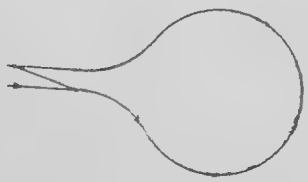


Рис. 94. Петля с переходов.

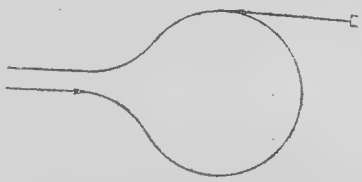


Рис. 95. Петля с пошерстным тупиком.

Рис. 96. Петля с противошерстным тупиком.

решение получается только при многопутной петле (рис. 97), требующей по одному пути на каждый маршрут, или при кольце (рис. 98). Перепуская вагоны по кольцу, мы всегда можем выделить вперед нужный маршрут. Практически кольцо является удовлетворительным для трех маршрутов, особенно

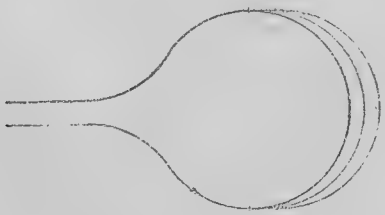


Рис. 97. Многопутная петля.

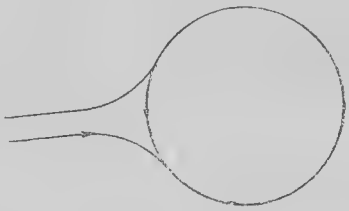


Рис. 98. Кольцо.

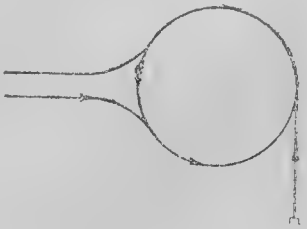


Рис. 99. Кольцо с тупиком.

если снабдить кольцо еще тупиком (рис. 99) для постановки вагонов в ремонт. При устройстве петли или кольца в середине линии следует отвергать устройство, согласно рис. 100 и 101, при которых кольцо или петля помещаются между изогнутыми путями основной линии, а необходимо отвести петлю в сторону вправо (рис. 102) или влево (рис. 103), в зависимости от местных условий. Замыкание петли в кольцо лучше устроить вне главного пути (рис. 104), но, при отсутствии достаточной площади, можно замкнуть кольцо и через главный путь (рис. 105).

При четырех и более маршрутах одно кольцо становится недостаточным, и тогда можно прибегнуть к двойному кольцу—правому и левому (рис. 106).

Рис. 100. Петля в середине линии для части маршрутов. Неправильное устройство.

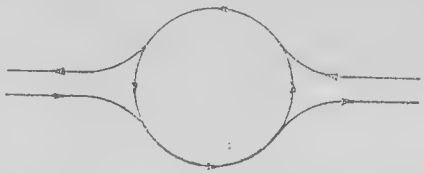


Рис. 101. Кольцо в середине линии для возврата части маршрутов. Неправильное устройство.

позволяющему обслужить до шести маршрутов. Необходимость возвращать в одной точке большее количество маршрутов вряд ли когда-либо может

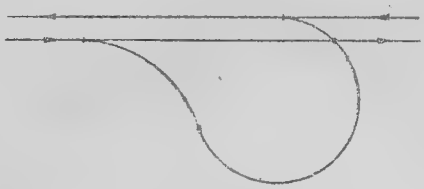


Рис. 102. Правая петля для части маршрутов вне главного пути.

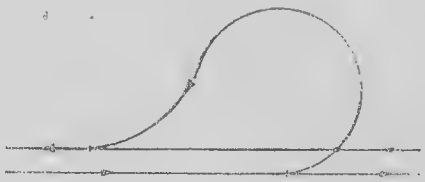


Рис. 103. Левая петля для части маршрутов вне главного пути.

возникнуть. При расположении двойного кольца в стороне от главной линии также желательно замыкание обоих колец вне главного пути (рис. 107 или 108).

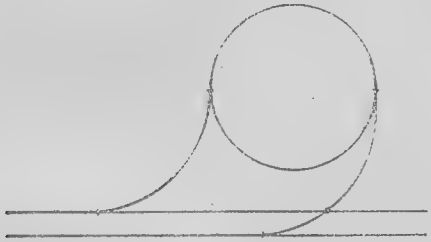


Рис. 104. Кольцо левое, замкнутое вне главного пути.

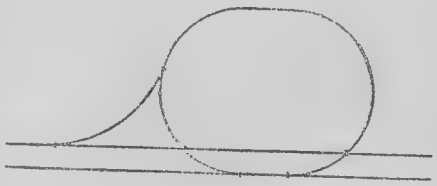


Рис. 105. Кольцо замкнутое через главный путь.

Устройству кольца или петли часто препятствует отсутствие в нужном месте необходимой площади. Часто находят выход из положения, обогнув

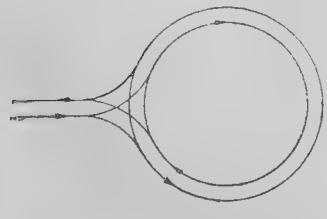


Рис. 106. Двупутное кольцо.

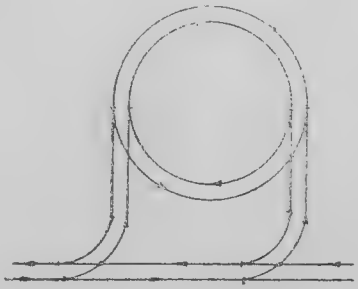


Рис. 107. Двупутное кольцо для возврата части маршрутов. Вариант 1.

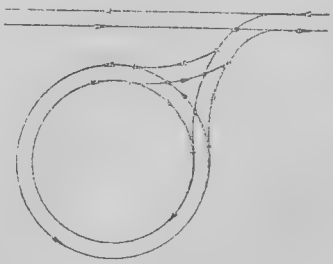


Рис. 108. Двупутное кольцо для возврата части маршрутов. Вариант 2.

петлю кругом квартала. Такие петли могут быть вполне целесообразны, если размеры квартала невелики (300—400 *м*). Совершенно нецелесообразным следует признать устройство больших петель у конечного пункта, направляя туда вагоны по одной линии и возвращая по другой, так как это создает неудобства для промежуточных пунктов, которые имеют трамвайное сообщение только в одном направлении (Марьина Роща в Москве).

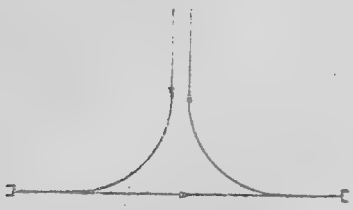


Рис. 109. Треугольник правый.

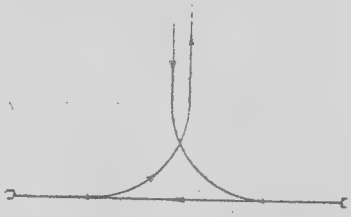


Рис. 110. Треугольник левый.

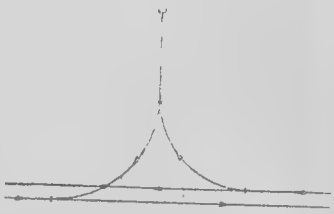


Рис. 111. Треугольник сбоку от главного пути противошерстный

В случае полной невозможности размещения кольца, иногда можно прибегнуть к устройству конечного пункта в виде треугольника. При этом также не требуется перецепки, но необходима подача поезда назад. Устройство треугольника может быть или тупиковое—для конца линии (рис. 109 и 110) или боковое для возвращения вагонов с середины линии (рис. 111 и 112). Предпочтительно устройство, согласно рис. 112, так как при этом поезд при постановке на тупик подходит назад, но зато при выходе он прямо вливается в нужный путь, без задержек для сквозных поездов.

Для возврата поездов могут быть использованы и те треугольники, которые имеются на линии, особенно если одна из этих сторон обычно не обслуживается и на ней можно поставить вагоны возвращаемого маршрута. Однако в узлах, где по всем трем сторонам треугольника происходит оживленное движение, такой метод возврата вагонов можно применять лишь в виде исключения.

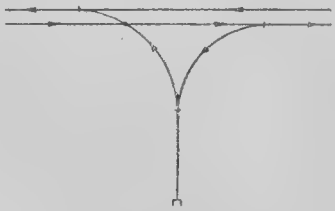


Рис. 112. Треугольник сбоку от главного пути. Пошерсттый.

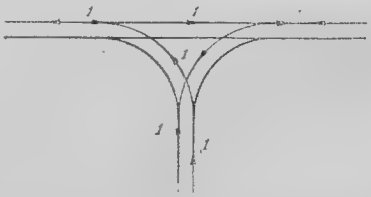


Рис. 113. Двойной треугольник.

Каждый полный треугольник предоставляет для возврата вагонов с любого направления два пути. Рекомендуется первый шаг, через первую стрелку, сделать при положении стрелки влево (рис. 113), так как при этом наиболее опасный второй шаг, требующий подачи поезда назад, будет производиться с малым числом пересечений и, следовательно, более безопасно.

Для возвращения вагонов с середины пути при каком-либо повреждении или для усиления движения в одной части маршрута можно использовать треугольники или другие узлы.

Кроме того, большинство трамваев устраивает для этой цели ряд переходов. В первые годы постройки трамваев ими чрезмерно увлекались, не учитывая, что возможность их использования в очень редких случаях не оправдывает постоянного износа стрелок, крестовин и вагонов. В последние годы количество переходов значительно сокращается: некоторые трамваи (Гамбург, Ленинград) усиленно снимают лишние переходы со своей сети, оставляя

только наиболее необходимые. Из опыта разных городов можно принять, что вполне достаточно устраивать такие переходы через 2—3 *км*. В центре города, где довольно много узлов, количество переходов можно еще более ограничить. Точно так же не следует при постройке линий в узлах устраивать все мыслимые кривые на всякий случай, если они не необходимы для обычного маршрутного движения. Конечно известный запас для возможных обходных движений, парковых рейсов и т. д. нужен, но каждый раз следует взвесить, окупит ли это удобство лишний ежегодный расход по износу путей и подвижного состава.

Глава 9

ПАССАЖИРСКИЕ ПОТОКИ И ИХ КОЛЕБАНИЕ

§ 47. Колебание потоков по сезонам, дням недели и часам дня

Мы до сих пор рассматривали те стороны трамвайного движения (скорость, остановки, план сети, устройство путей), которые не требуют детального изучения пассажирских потоков; мы рассматривали формы, которые должны быть устойчивыми на довольно значительные сроки,—так сказать, статику движения. Прежде чем перейти к решению вопросов, требующих детального знакомства с вечными колебаниями пассажирооборота, вопросов о системе маршрутов, составлении наряда и расписания, мы должны изучить самую динамику движения, которая является основой для всей работы трамвая.

При огромных колебаниях пассажирских потоков, которым трамвай вынужден подчиняться, приспособление движения к потребности является чрезвычайно трудной и невыполнимой на все 100% задачей.

Месяц на месяц, сезон на сезон не похожи. Приливы и отливы происходят в течение всего года. Дни недели — будни, еженедельные праздники, предпраздничные дни, особые дни отдыха—дают между собой очень высокие разницы. Еще резче колебания в течение дня—перегрузка вагонов сменяется затишьем и новым наплывом и т. д. И в пределах одного и того же часа или еще меньшего периода, если взять любой маршрут, наполнение вагонов в разных точках по длине маршрута дает большие колебания. Еще выше бывает разница между движением в одном и другом направлениях в той же точке.

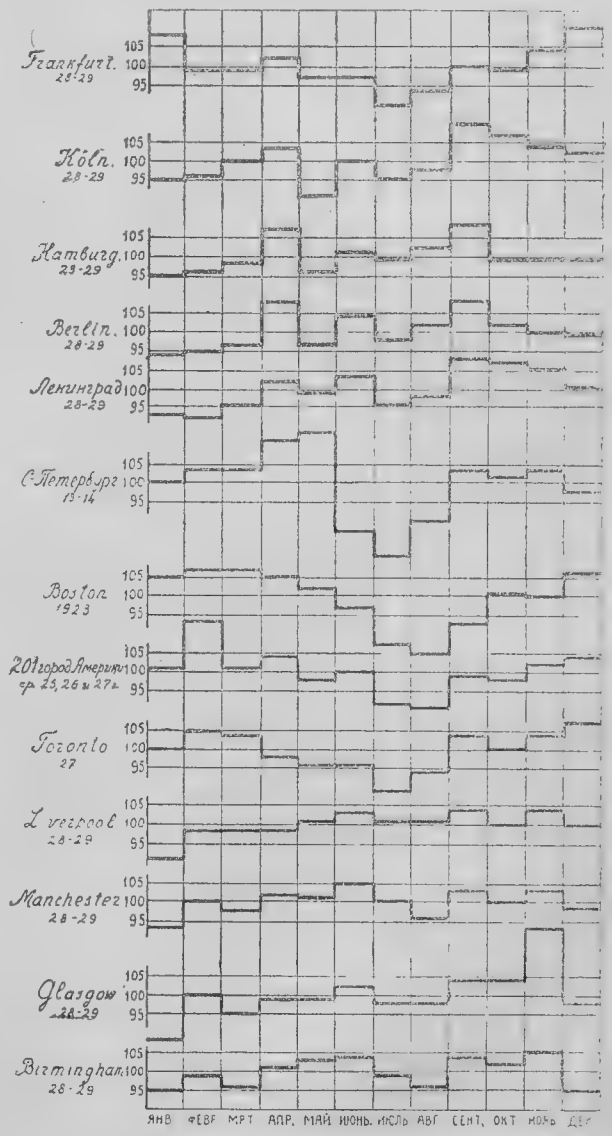


Рис. 114. Колебание среднего дневного количества пассажиров по месяцам для разных городов.

Колебания пассажирской нагрузки по месяцам и сезонам не могут быть очень велики, особенно для крупных городов, где кипучая жизнь идет своим чередом, мало считаясь с сезоном, и где трудовой режим вызывает

поездки, независимо от погоды. Все же колебания в пределах 10% к среднему встречаются везде. На графике 114 собраны данные о среднем числе пассажиров за день по месяцам, в процентах к среднему за год, по ряду городов СССР, Германии, Англии, Америки и др. Характер этих кривых довольно разнообразный. Преобладает максимум осенью (сентябрь—ноябрь) и весной (апрель—май), минимум зимой и летом. Характерно, что, например, в барски чиновничьем Петербурге 1913—1914 гг. колебания пассажиров по месяцам были особенно резки, тогда как в современном трудовом Ленинграде, где преобладают трудовые поездки, эти колебания проявляются значительно меньше.

В немецких городах летний минимум часто отсутствует, что объясняется, вероятно, сильно развитым движением туристов в летние месяцы. В Америке, наоборот, отсутствует зимний минимум.

Значительно выше разница между дн я м и н е д е л и (будни, воскресенья, субботы), особенно в Америке, где частный автомобиль как раз в воскресные

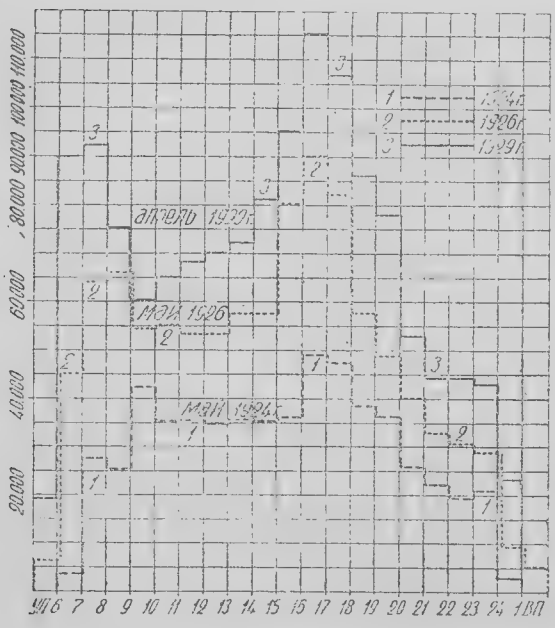


Рис. 115. Кривая распределения пассажиров по часам по ленинградскому трамваю за ряд лет за будний день.

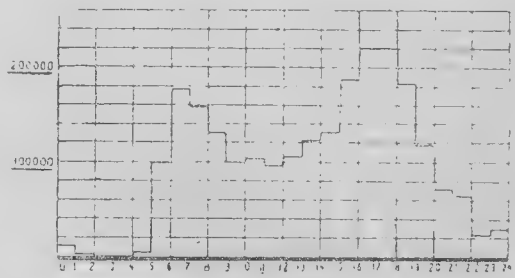


Рис. 116. Кривая распределения пассажиров по часам берлинского трамвая за будний день.

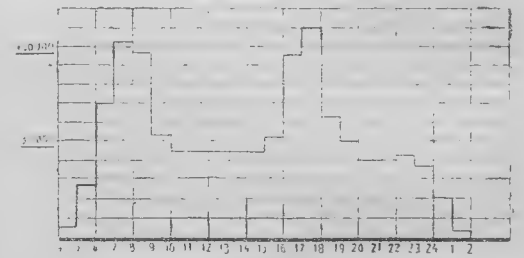


Рис. 117. Кривая распределения пассажиров по часам трамвая и метрополитена в г. Бостон за будний день.

дни используется наиболее интенсивно и где поголовное ханжество приостанавливает жизнь в воскресный день. Так, в Бостоне средняя цифра буднего дня—1 120 000 пассажиров, субботнего 1 260 000, а воскресенья—640 000. В Чикаго в будни—2 548 000 пассажиров, в субботу 2 660 000, в воскресенье—1 625 000. В Германии эти колебания существенно меньше, но все же праздник в среднем дает 70—75% от числа пассажиров в будни. В Ленинграде за последние годы, до введения непрерывки (1927—1928—1929) разница была невелика; в летние месяцы праздники приравнивались к будням, иногда даже давали несколько большее число пассажиров, чем в будни; в зимние месяцы наблюдалось отношение 85—90%, в среднем за год 93%. Субботние же дни давали постоянно повышение на 5—10% против остальных будних дней.

Гораздо более значительные разницы получаются в распределении пассажиров за день п о ч а с а м, причем кривая буднего и праздничного дня совершенно непохожи. В будние дни преобладает график с двумя максимумами—утренним и вечерним, соответственно времени поездки на работу и с работы. На прилагаемых графиках (рис. 115, 116, 117 и 118) показаны кривые почасного распределения пассажиров для Ленинграда за ряд лет, берлинского трамвая,

Бостона и лондонского метрополитена. Характер этих графиков довольно схож. Почти совершенно совпадают кривые Ленинграда и Берлина, остальные отличаются немного. День начинается резким максимумом от 6 до 8 час.—это рабочие едут на работу. Часом позже — от 8 до 9 час. едут служащие. Максимум продолжается, но уже существенно меньше, так как количество служащих значительно меньше. От 9 до 3—4 час. имеется приблизительно равномерная нагрузка—затишье, в течение которого преимущественно совершаются частные и дальние поездки. От 4 до 6 час. получается вечерний максимум, который по сумме значительно выше утреннего. В это время совпадает максимум для разных групп поездок — возвращаются с работы и рабочие и служащие, производятся разные закупки, совершаются деловые поездки и т. д. Далее идет постепенное уменьшение пассажиро-оборота до 8 или 9 час., а затем движение держится приблизительно на одинаковом слабом уровне до 12 час. ночи, и совершенно затихает к 1 или 2 час. Совсем иной график получается в праздники—максимум совпадает с серединой дня, примерно от 12 до 8 зимой и от 10 до 10 летом (рис. 119). Разница объясняется тем, что зимой праздничное население встает позже обычного. Летом, наоборот, масса отдыхающих с утра направляется в пригородные районы.

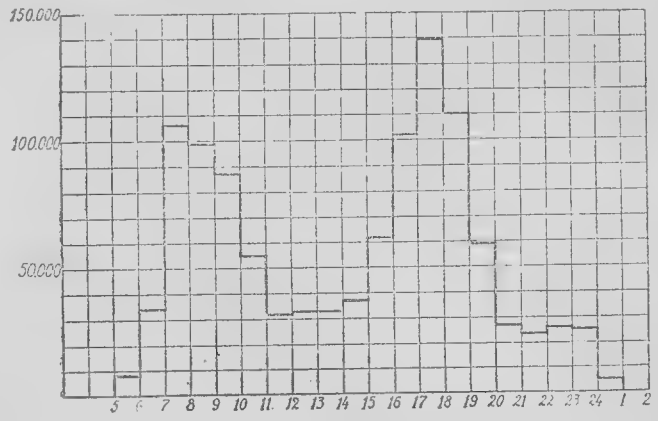


Рис. 118. Кривая распределения пассажиров по часам на лондонском метрополитене за будний день.

Наиболее важной цифрой, характеризующей колебания часового графика (как и всякого другого) может служить отношение числа пассажиров за час максимума к средней часовой цифре за все часы движения. Так, например, для приведенного ленинградского буднего графика за 1929 г. (рис. 115) среднее число пассажиров в час, считая 20 часов движения, равно 70 тысячам, максимум же равен—115 тысячам и осуществляется от 4 до 5 час. дня. Отношение 115 000 : 70 000 = 1,64 мы назовем коэфициентом неравномерности часового графика. Для Ленинграда и Берлина этот коэфициент в будни примерно одинаков и равен 1,64 и 1,76; для Бостона он значительно выше—2,05, для лондонского метрополитена еще выше—2,52. Высокие цифры неравномерности вообще характерны для метрополитенов, так как на них ложится преимущественно перевозка рабочих и служащих, с ее резкими максимумами, тогда как автобус работает с гораздо более ровным графиком, а трамвай занимает среднее место между ними.

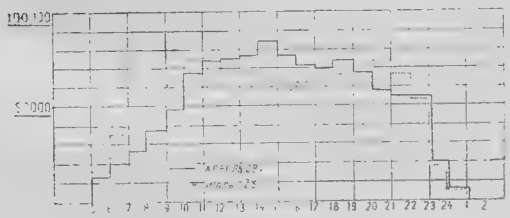


Рис. 119. Кривая распределения пассажиров за воскресный день в Ленинграде 1928 г.: сплошная линия—зимний день, штриховая линия—летний день.

Рис. 120. Пассажиры по часам г. Гулль (Англия).

В определении коэфициента неравномерности для часового графика есть момент, вызывающий некоторую условность: неясность в определении числа часов работы за день. Поздние вечерние и ранние утренние часы, в течение которых происходит еще нерегулярное движение из парков и обратно, могут быть причислены или не причислены к общему числу часов, по усмотрению. Поэтому лучше вместо коэфициента неравномерности ввести совершенно отчетливое понятие — процент часового максимума, т. е. процентное отношение числа пассажиров за час максимума к суточному итогу. Этот процент для Ленинграда — 9,2%, для Берлина — 8,8%, для Бостона — 9,8%, для лондонского метрополитена — 12,6%.

Рис. 121. Вагоны по часам. Брюссель.

Рис. 122. Пассажиры по часам. Бармен—Эльберфельд.

Целый ряд городов средних размеров в Зап. Европе имеет график с тремя максимумами — утренним, вечерним и дневным. Последний объясняется большим перерывом в рабочем дне на 2—3 часа, практикуемым в этих городах для рабочих и служащих; в течение этого перерыва большинство работающих едет домой пообедать. Таков график английского города Гулль (рис. 120), Брюсселя (рис. 121), Бохума, подвесной дороги „Бармен — Эльберфельд" (рис. 122) и др. Коэфициент неравномерности и процент часового максимума получаются ниже, чем в городах с двумя максимумами (в Гулле — процент часового максимума 8,8, в Брюсселе — 6,5).

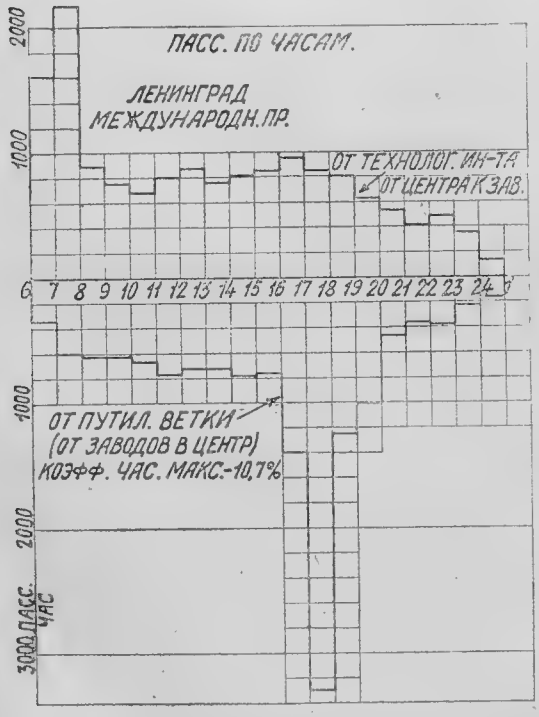


Рис. 123. Пассажиры по часам в обоих направлениях. Ленинград, Международный проспект.

Города с резко выраженным рабочим населением дают более высокие максимумы, чем города административные, торговые; крупные города больше, чем малые.

Приведенные кривые по часам дают за каждый час итоги пассажиров в сумме по всем маршрутам в обоих направлениях движения. Они могут служить для общей характеристики колебания движения, но недостаточны для практической работы трамвая по распределению вагонов в разные часы по маршрутам. Для этой цели требуется составление графиков, в которых по отдельным точкам сети дается по часам число пассажиров в каждом направлении отдельно. Такой график может быть составлен по данной точке для

каждого маршрута отдельно или для суммы всех маршрутов, проходящих через данный участок сети. Характер получаемого графика будет далеко неоднородный по всему городу; он подвержен значительным изменениям в зависимости от района. В рабочих районах утренний максимум обычно идет из центра на заводскую окраину, вечерний — обратно, от завода к центру (рис. 123 и 125). Пути, соединяющие центр города с жилыми районами, имеют обратный характер — утром движение центростремительное, вечером — центробежное. Бывают и участки, в которых совмещаются оба вида максимума — заводской и городского центра (рис. 124). Для центральных у частков сети характер графика гораздо более ровный и за каждый час поездки в обе стороны примерно одинаковый (рис. 126).

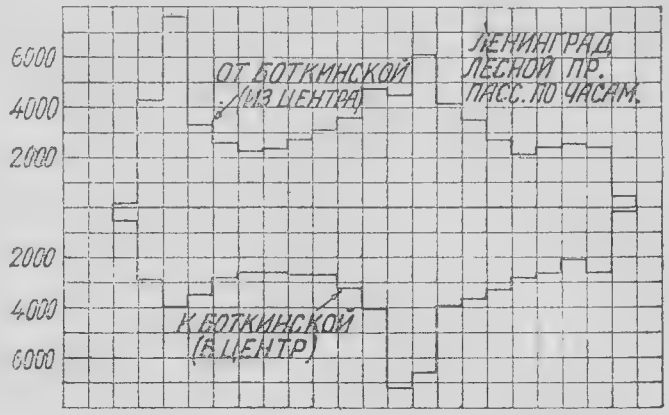


Рис. 124. Пассажиры по часам. Ленинград, Лесной пр.

Можно составить подобный график не только по одной точке сети, но и по сумме точек, имеющих одинаковый характер графика; например по всем путям, ведущим в центр города. Подобный график показан на рис. 127 для города Лос-Анжелос. Несколько иной суммарный график дан на рис. 128 для центральной площади Бер лина.

При графике этого рода мы также можем говорить о коэфициенте неравномерности, т. е. об отношении наибольшего числа пассажиров за час в одном направлении к среднему за час в одном направлении, и о проценте часового максимума, каковое мы определим как процентное отношение числа

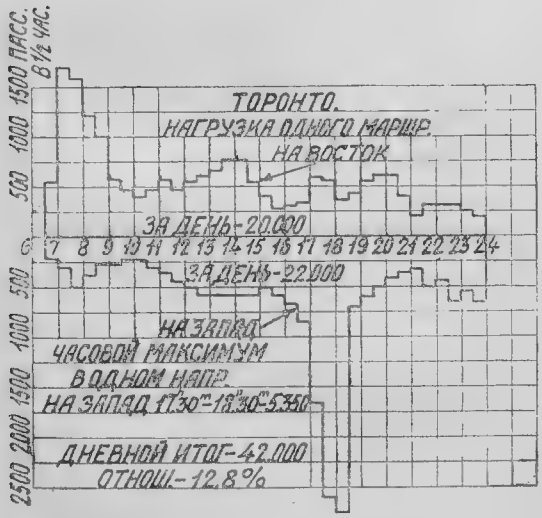


Рис. 125. График числа пассажиров по часам г. Торонто (Америка), по одному маршруту в обоих направлениях.

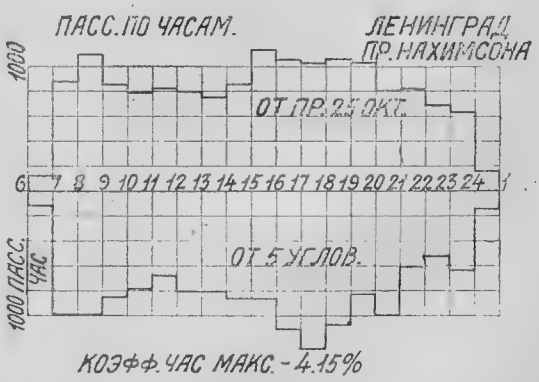


Рис. 126. График числа пассажиров по часам на одной из центральных улиц Ленинграда (пр. Нахимсона) в 1925 г.

пассажиров за час и направление максимум к итогу за день в оба направления. Этот процент колеблется от 4—6 в центральных частях города (4,15% для рис. 126) до 8—12 и больше для заводских окраин, где максимумы особенно резки, и в промежуточные часы пассажиров очень мало. Так, для рис. 123 (линия по Международному проспекту в Ленинграде) имеем 10,7%, для одной

из линий в Торонто — 12,8%, для суммарного графика всех радиальных линий из центра в Лос-Анжелос (рис. 127)—9,3%.

До сих пор разбивка времени в течение дня производилась нами по часам. Это в общем достаточно для периодов затишья, но в моменты максимумов мы имеем резкие колебания нагрузки в течение часа, и поэтому требуется изучение движения по более коротким периодам (10—20 минут). Так, на рис. 129 мы видим утреннее движение по четвертям часа по одной линии в направлении к центру в Вашингтоне. Рис. 130 дает подобный график по заводской линии на Васильевском острове в Ленинграде по десятиминутным промежуткам. Разницы в пределах часа столь велики, что пренебречь ими ни в коем случае нельзя. Поэтому детальное изучение именно этих пиков является обязательным для каждого трамвая с целью действительно приспособить движение к потребностям пассажира.

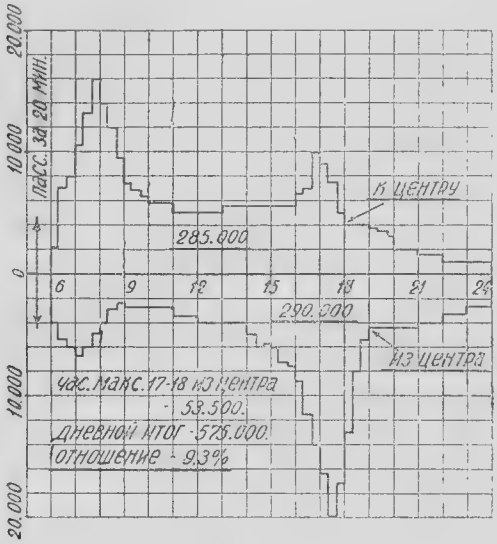


Рис. 127. График числа пассажиров по часам в г. Лос-Анджелос (Америка) по сумме для всех линий, ведущих из центра и в центр.

Как увидим ниже, приспособление движения к потребности есть одна из труднейших задач, которая полностью невыполнима. Неравномерность чрезвычайно удорожает движение и заставляет иметь большой запас вагонов, рассчитанный на час максимума или даже на отдельные короткие пики. Вместе с тем использование этого запаса в остальные часы далеко не полно. Задачей нашей в организованном городе

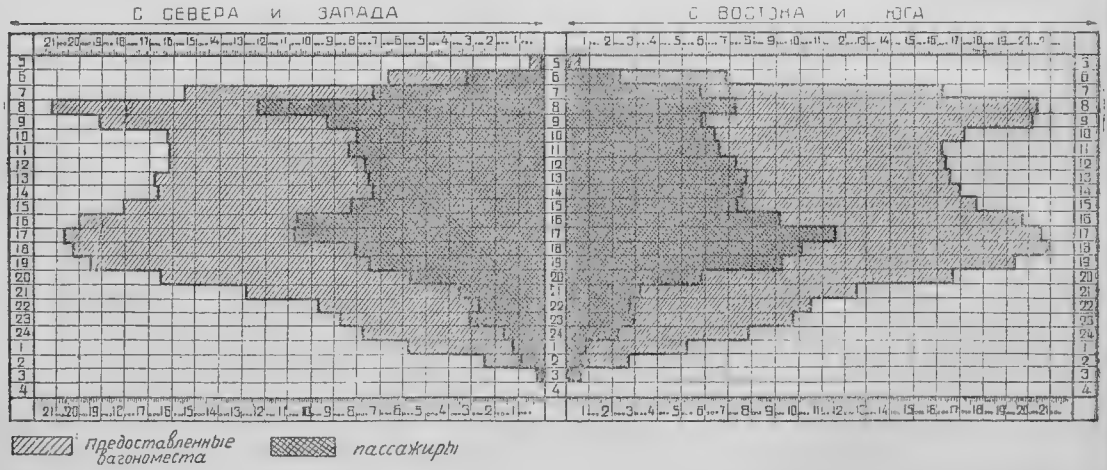


Рис. 128. График числа пассажиров по часам проезжающих через Потсдамскую площадь (Берлин).

является не только подчинение наличным пассажирским потокам, но и воздействие на всю жизнь в сторону выравнивания нагрузки и достижения наиболее равномерного графика.

§ 48. Раздвижение времени работы

Наше внимание, прежде всего, приковывается к наиболее резким рабочим максимумам. Такие графики, как рис. 129 или 130, показывают, что все заводы или учреждения данного района начинают работу в одно время, и потому

максимум продолжается только около 30 минут. Мысль о раздвижении времени начала и конца работы на заводах и в учреждениях возникла уже давно. Так в Америке во время войны подобная мера была проведена в Нью-Йорке, Вашингтоне, Денвере, но потом отменена. Попытки подобного рода были в Хемнице. В условиях капиталистического общества не было и нет силы, которая могла бы устранить хаос производственных отношений и подчинить их единой воле. Более удачны меры по раздвижению времени начала и конца работы на одном и том же крупном заводе по отдельным цехам. Так, в Берлине огромный завод Сименса (Siemensstadt) с 55 тысячами рабочих начинает работу в 4 группы с промежутками по $^1/_4$ часа. То же применяется и на заводе Woodward Avenue Форда в Детройте, где начало и конец смен разделены на несколько групп в течение часа, с промежутком по четверть часа на каждую группу. Поскольку внутри завода действует единая воля, раздвижение времени оказалось возможным. Но систематическое и последовательное раздвижение времени для всего города, распространяющееся на все предприятия и учреждения, возможно только в социалистическом государстве. Если взглянуть, например, на рис. 130, то причина резкого максимума становится очевидной: большинство заводов данного района (Балтийский, Кабельный, Электроаппарат, „Красный Гвоздильщик", кожзавод им. Коминтерна, фабрика им. В. Слуцкой и др.) начинало работу в 8 час., и потому наибольший максимум на перегоне, подвозящем к заводам, происходило от 7 час. 20 мин. до 7 час. 50 мин. Естественно напрашивается и решение вопроса — разбить все заводы района на группы, из коих одни начинают в 7 час., другие в 7 час. 30 мин., третьи в 8 час. и наконец — в 8 час. 30 мин. Подобное раздвижение не может быть особенно тяжелым для рабочих, тем более при семичасовом рабочем дне, когда даже группа, начинающая в 8 час. 30 мин., успевает кончить работу в 4 часа или в 4 часа 30 мин.

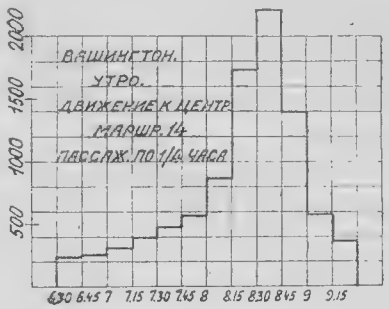


Рис. 129. График числа пассажиров по четвертям часа по одной из улиц г. Вашингтона.

Выгоды, получаемые от этой раздвижки, несомненны, так как график должен от этого существенно выровняться. Такая мера и была проведена в мае 1930 г. в Ленинграде для всех фабрично-заводских окраин. Для каждой окраины отдельно заводы были разбиты на 4 группы, с началом работы от 7 час. до 8 час. 30 мин. Предложение о раздвижении было выдвинуто автором еще в 1927 г., но тормозилось вследствие консерватизма некоторых местных органов. Все же возрастающая роль плановости в нашем хозяйстве оказала, в конце концов, свое влияние, и Облисполком провел раздвижение времени работы в обязательном для заводов порядке. И действительно, вместо резких пиков, во многих случаях получился график, значительно более равномерный. Так, на том же участке проспекта Пролетарской Победы в июле 1930 г. график был уже значительно ровнее (рис. 131). Если взять отношение числа перевезенных пассажиров за

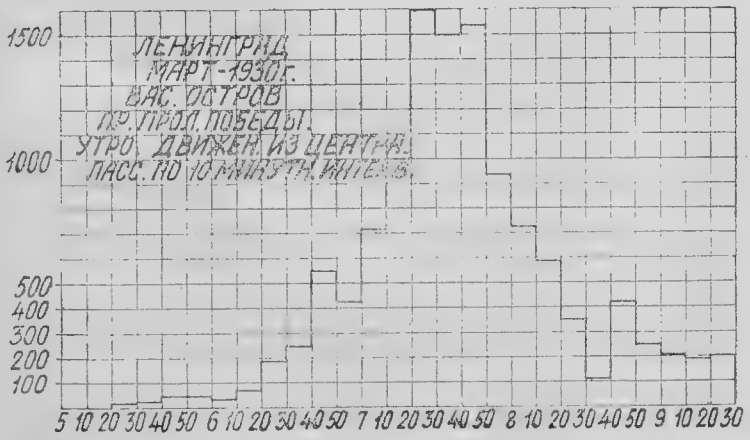


Рис. 130. График количества пассажиров по 10-минутным периодам по пр. Прол. Победы (Ленинград) утром. Движение от центра к заводам. Март 1930 г.—до раздвижки работ на заводах.

максимальные полчаса к итогу за 3 часа (с 6 до 9), то в марте месяце это отношение было 0,41, т. е. за полчаса (от 7.20 до 7.50) было перевезено 41% от итога за три часа, что соответствует коэфициенту неравномерности — 2,46. В июле данное отношение было уже только 0,31, коэфициент неравномерности дал только 1,86, т. е. получилось улучшение на 25%. Метод раздвижения времени с большим успехом проводится в последнее время в ряде городов (Москва, Харьков), а также при проектах вновь строящихся социалистических городов и везде дает значительную разгрузку транспортных средств.

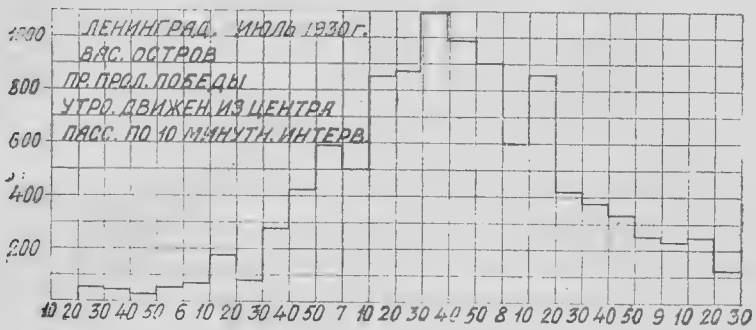


Рис. 131. График количества пассажиров по 10-минутным периодам по пр. Прол. Победы (Ленинград), движение от центра к заводам, утром за июль 1930 г., после раздвижки времени работ.

§ 49. Непрерывка

Не менее важной мерой, опять-таки возможной только в условиях социалистического хозяйства, является непрерывная рабочая неделя. Устраняя разницу между буднями и днями отдыха, эта мера устраняет ряд неравномерностей в нагрузке всего материального оборудования, и в том числе и трамвайных вагонов. Прежде всего, сглаживаются разницы между днями недели и месяца. Так, если взять отношение числа пассажиров за три максимальных дня к среднему дневному за месяц, то в марте 1929 г. данный коэфициент неравномерности составил 1,15, в апреле 1929 г.— 1,15, в мае — 1,13, в июне — 1,17; в среднем за четыре месяца 1929 г.—1,15. После введения непрерывки за те же месяцы 1930 г. данный коэфициент составил в марте—1,03, в апреле—1,09 (дни перед первым мая), в мае — 1,10, в июне — 1,10, в среднем — 1,08, т. е. получилось улучшение на 7% против 1929 г.

Особенно сказалось отсутствие субботних дней.

Но помимо улучшения неравномерностей по дням, еще важнее улучшение почасового графика. Поскольку характер графика буднего и воскресного до непрерывки был разным и максимум падал на разные часы, то при непрерывке должно произойти слияние обоих этих графиков, причем за каждый отдельный час, в виду того, что четыре пятых населения работает в данный день, а одна пятая отдыхает,—число пассажиров должно быть равно сумме $^4/_5$ от будней цифры и $^1/_5$ от праздничной. Таким образом, в Ленинграде, например, вместо графиков 115 (за апрель 1929 г.) и 119 (за июль 1928 г.), должен летом получиться график подобный рис. 132.

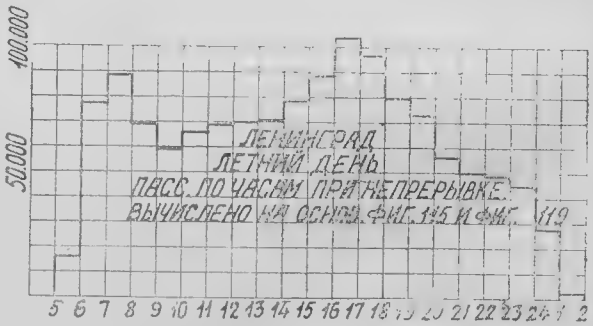


Рис. 132. График количества пассажиров по часам при непрерывке, вычисленный расчетным путем.

Полученный график гораздо равномернее прежнего буднего. Коэфициент часового максимума для апреля 1929 г. был 8,8%, для нового графика он равен только 7,7%, т. е. использование вагонов более экономно на 12%.

В настоящий момент в распоряжении автора нет еще данных для проверки этих предположительных расчетов, но уже по внешнему впечатлению можно сказать, что непрерывка значительно выровняла нагрузку вагонов. Обратно, повторное введение прерывки, единой для всех учреждений города, является

мерой, весьма неблагоприятной для трамвайного хозяйства. Поэтому необходимо подчеркивать перед руководящими органами точку зрения трамвая, для которого чрезвычайно важно, чтобы все учреждения и предприятия, работающие на прерывке, имели разные дни отдыха, примерно поровну на каждый день пятидневки или шестидневки.

Фактором, выравнивающим нагрузку трамвая, является также увеличение коэфициента сменности на предприятиях. Вечерние и ночные смены дают пассажиров в те часы и направления, когда движение обычно слабо, и содействуют тем самым лучшему использованию вагонов.

Таким образом, мероприятия социалистического хозяйства, связанные с общим нашим стремлением к улучшению использования основного капитала промышленности, дают в то же время и значительную экономию в трамвайном хозяйстве, снижая на десятки процентов неравномерность нагрузки.

Глава 10

ОРГАНИЗАЦИЯ СТАТИСТИКИ ПАССАЖИРО-ОБОРОТА

§ 50. Необходимые для практики данные и графики

Приведенные выше данные об изменениях пассажирских потоков по месяцам, дням и часам по всей сети и отдельным маршрутам еще не являются достаточными.

Чтобы получить полную картину пассажирских потоков по всей сети, мы должны графики приведенного на рис. 123—126 типа по часам и направлениям (с уточнением по десяти-двадцатиминутным промежуткам в моменты максимумов) составить по ряду точек на сети и по каждой из них для каждого маршрута отдельно. Количество необходимых точек зависит от местных условий. Для Ленинграда, например, при длине сети 175 *км* количество этих точек принято в 70—80, т. е. примерно по 2,1—2,5 *км* на точку. Примерно такую же норму считает достаточным и берлинский трамвай. Учитывая, что в каждой точке имеются в среднем 2—3 маршрута, мы получаем для ленинградской сети как минимум около 180 двойных графиков (в оба направления), которые и дают достаточную основу для оперативной деятельности трамвая.

Рис. 133. График количества проехавших пассажиров через контрольные точки, в оба направления за один час.

Ту же картину, но в другом порядке мы можем получить, если для каждого маршрута отдельно за каждый час (или более короткий период) изобразить по ряду точек на маршруте (примерно через 2—2,5 *км*) количество проезжающих в обоих направлениях (рис. 133). Таких графиков требуется столько, сколько маршрутов и часов; например для Ленинграда при 35 маршрутах и 20 часах движения: 700 графиков, т. е. больше, чем при составлении почасовых графиков.

Указанные данные достаточны для определения числа проезжающих через каждую точку пассажиров, что является основой для распределения вагонов по маршрутам и часам. Но для более глубокого изучения движения, в частности — для определения оборота остановок, для распределения пассажиров по дальности их поездки, для изучения потоков, направляющихся из района в район, из точки в точку, мы должны получить значительно более подробные данные. В основу их должна быть положена карта отдельного рейса, показывающая число садящихся и выходящих пассажиров по оста-

Таблица 4

Вагон № 1689

МАРШРУТ № 2

15 февраля 1928 г.

Рейс № 10, отправка 16 ч. 14 м. от Новой Деревни

Итого вышло	Остановки выхода \ Остановки входа	№№	1 Новая Деревня	2 Строгановский мост	3 Каменный остров	4 Лопухинская улица	5 Песочная улица	6 Пл. Льва Толстого	7 Улица Скороходова	8 Кронверкский просп.	9 Площадь Революции	10 Улица Халтурина	11 Лебяжий мост	12 Инженерная улица	13 Просп. 25 Октября	14 Чернышев переулок	15 Улица Дзержинского	16 Сенная площадь	17 Екатерин. проспект	18 Проспект Майорова	19 Угол Фонтанки	20 1 Красноармейская	21 5 Красноармейская	22 Варшавский вокзал	23 Балтийский вокзал
	Итого вошло		17	12	14	6	3	16	3	6	6	3	1	3	23	2	1	3	—	1	1	1	—	—	—
22	Балтийский вокзал	23	3	—	1	—	—	4	—	1	2	—	—	—	3	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—
16	Варшавский вокзал	22	1	1	—	—	1	2	—	—	—	—	1	—	6	2	—	—	—	1	—	1	—		—
3	5 Красноармейская	21	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—		—	
2	1 Красноармейская	20	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—		—		
2	Угол Фонтанки	19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—					
4	Проспект Майорова	18	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—						
1	Екатеринг. проспект	17	—	—		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
14	Сенная площадь	16	4	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	2	5	—	—								
4	Улица Дзержинского	15	1	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—									
1	Чернышев переулок	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	1										
28	Проспект 25 Октября	13	3	5	6	2	—	3	—	4	2	2	—	1											
6	Инженерная улица	12	—	1	—	3		—	—	—	1	1	—	—											
8	Лебяжий мост	11	1	—	3	—	—	4	—	—	—	—													
1	Улица Халтурина	10	—	—	—	—	1	—	—	—	—														
2	Площадь Революции	9	1	—	—	—	—	1	—	—															
2	Кронверкский проспект	8	—	2	—	—	—	—	—	—															
1	Улица Скороходова	7	—	—	1	—	—	—	—																
4	Площадь Льва Толстого	6	2	1	1	—	—																		
—	Песочная улица	5	—	—		—																			
4	Лопухинская улица	4	—	1	—																				
—	Каменный остров	3	—	—	—																				
—	Строгановский мост	2	—																						
—	Новая Деревня	1																							

новкам (таблица 4), посадки и высадки: в каждой клеточке показано число пассажиров, вошедших на остановке *А* и вышедших на остановке *Б*. Форма таблицы получается в виде прямоугольного треугольника.

Так, например, на прилагаемой таблице 4 видно, что за данный рейс от остановки 1 (Новая Деревня) до остановки 23 (Балтийский вокзал), т. е. за весь маршрут проехало 3 человека; от Лопухинской ул. (остановка 4) до проспекта 25 Октября (остановка 13) проехало 2 пассажира; от остановки 10 до остановок 23, 22, 21 не было ни одного пассажира. Таким образом, данная таблица дает наиболее полное представление об обороте пассажиров за данный рейс, поскольку это возможно выяснить на данном вагоне (не учитывая пересадок).

Если сложить цифры соответствующих клеточек по всем рейсам в одном направлении за определенный период (час, 10 минут, день и т. д.), то получим таблицу такого же вида, но суммарную за данный период (таблица 5).

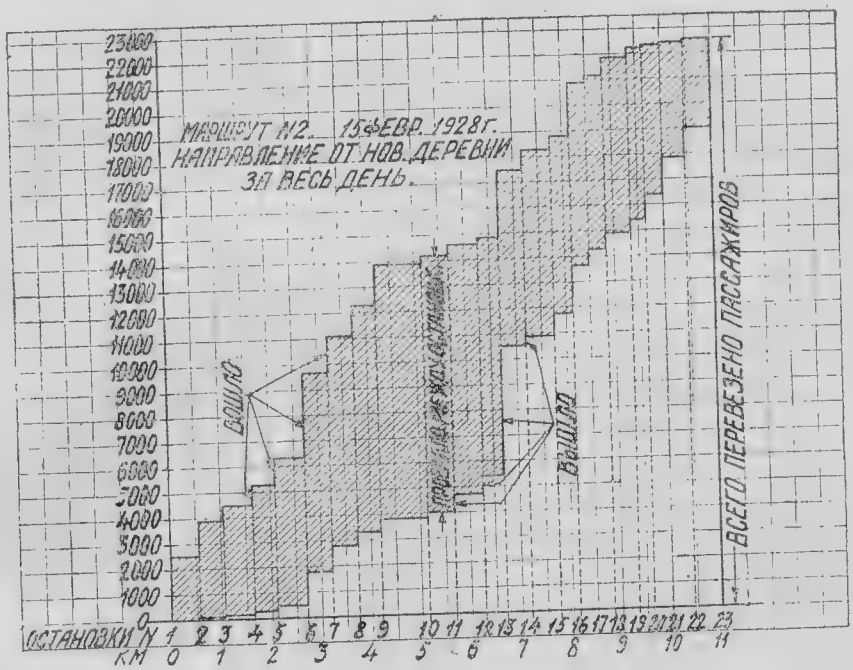


Рис. 134. График оборота остановок и проехавших пассажиров между остановками. Вариант 1.

Вместе с подобным треугольником в обратном направлении получаем две таблицы, которые дают полную и детальную картину движения за данный период. Эта таблица нужна для распределения пассажиров по дальности, для детального изучения маршрутной системы и других специальных исследований.

Суммируя всю посадку и всю высадку по каждой остановке, определяем на основании этого количества проезжающих пассажиров по каждому перегону между остановками за данный час или день в каждом направлении (таблица 6). Эта двойная таблица дает достаточно данных для определения оборота отдельных остановок и отчасти для изучения маршрутной системы. Графически ее можно изобразить или в виде рис. 134, где показаны в одном направлении как посадка и высадка, так и проезжающие пассажиры между остановками, или упрощенно согласно рис. 135, где даны проезжающие пассажиры, а также посадки и высадки в виде толстых линий. Сравнивая этот последний график с рис. 133, мы видим, что второй представляет собой упрощение первого, так как в нем даны цифры проезжающих пассажиров не для всех перегонов между остановками, а только для некоторых, через определенные расстояния.

Для графика 135 мы можем определить коэфициент неравномерности по длине маршрута, т. е. отношение числа проехавших за данный час в одном направлении в наиболее загруженном перегоне — к среднему в оба направления. Суммируя все часовые графики по отдельному маршруту, мы получаем дневной график. Обычно в итоге за день через каждую точку линии проезжает в оба направления одинаковое число пассажиров, так как иначе ежедневно происходила бы передвижка населения. Исключения возможны в редких случаях, если по особым местным условиям пассажиры ездят в одну сторону преимущественно на одном маршруте, в другую на другом или на близкой параллельной линии. Поэтому, как правило, для дневного итога достаточно в графике показать сумму проезжающих пассажиров в обоих направлениях.

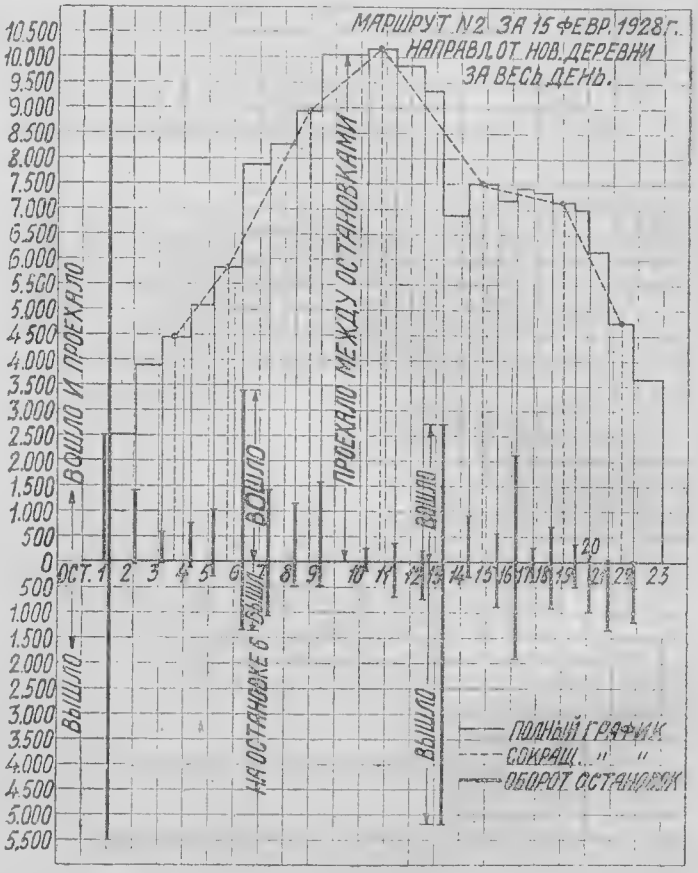


Рис. 135. График оборота остановок и проехавших пассажиров между остановками. Вариант 2.

§ 51. Общая организация статистики

Чтобы получить все указанные данные о движении, чтобы правильно их обработать и представить в таком виде, из которого легко делать практические выводы для текущей работы, необходимо иметь достаточный и в количественном и в качественном отношении статистический аппарат. К сожалению, на многих трамваях это одна из наиболее запущенных отраслей работы. Во многих случаях руководители движения даже не уясняют себе, какие собственно сведения для практической текущей работы и для более глубокого изучения им нужны. Довольно часто и в СССР, и в Германии, и в Америке можно слышать утверждения, что нет надобности (или даже вредно) пользоваться точными статистическими данными, а гораздо лучше пользоваться собственными глазомерными наблюдениями руководителей и сообщениями линейных агентов. Трудно спорить с подобной „точкой зрения", основанной в большинстве случаев на недостаточном кругозоре лиц, высказывающих ее. Такой „упрощенный метод" регулирования движения существует, например, в Кельне. Но, как сказано выше, и большинству других трамваев необходимо еще улучшить постановку статистики, в первую очередь, в качественном отношении.

Точность пассажирской статистики не может и не должна быть особенно велика. Данные за отдельные дни колеблются в известных пределах — примерно до 3—5%. Точно так же, если сравнить распределение пассажиров по маршруту за ряд дней, то получим, что процентная доля того или другого маршрута колеблется также в пределах ±5%. Целый ряд важных данных можно получить без чрезмерных затрат только выборочным путем, что опять-таки создает неизбежную неточность. С другой стороны, статистика нам ну-

жна, в первую очередь, для правильного распределения вагонов по маршрутам. А так как число поездов на маршруте лишь в редких случаях превосходит 20—25, то неизбежное округление на $1/2$ поезда уже дает ошибку на 2—3% и более. Поэтому методы, дающие точность порядка 3 и до 5%, можно признать приемлемыми. В крайних случаях, если нет возможности получить некоторые специальные данные более точным методом, можно ограничиться точностью порядка 10—15%. Обработку же полученных данных надо вести с точностью до 1%, с тем, чтобы суммирующиеся ошибки подсчета не могли в итоге сложиться с ошибками наблюдений и дать существенное отклонение от действительности.

Существующие методы пассажирской статистики можно разделить на две группы: методы фактических подсчетов и методы, которые пользуются отчетными данными о продаже билетов кондукторами. Рассмотрим сперва первую группу методов.

§ 52. Фактические методы

Одним из наиболее экономных методов является использование в определенные дни кондукторов для записи пассажиров в вагоне. Так, в Берлине на счетный день кондуктору заранее дается разграфленный листок, на котором при каждом рейсе в установленных перегонах (примерно каждые 2—2,5 *км*) он на-глаз или точным подсчетом определяет число пассажиров в вагоне. Подытоживая записи всех кондукторов на определенном маршруте за час в каждом направлении отдельно, мы получаем серию графиков типа рис. 133; мы можем также итожить по каждому участку данные всех рейсов за час, причем получится несколько более компактная серия графиков типа рис. 123—126. Этот метод экономен тем, что использует труд кондукторов, и обработка его также довольно проста. Полученные данные могут быть достаточны для определения потребности в вагонах, но данные об остановках и о действительном обороте пассажиров (таблицы 4 и 5 и рис. 134 и 135) здесь отсутствуют. Главный недостаток метода — ненадежности сведений. При большой армии кондукторов очень трудно рассчитывать на то, чтобы все они относились к этой дополнительной работе достаточно добросовестно. Поэтому некоторые западно-европейские трамваи (Вена) сознательно избегают этого метода. Тем более в советских условиях сегодняшнего дня, при переполненных вагонах, такой подсчет, длительностью около 1 минуты, отвлекал бы кондуктора от его прямой работы и вызывал бы довольно заметное уменьшение доходов; при переполненном вагоне особенно трудно рассчитывать на добросовестность подсчета кондуктора.

Те же сведения можно получить установкой на улице в определенных пунктах (лучше всего у остановок, где вагон идет медленнее) особых агентов, которые на-глаз определяют число пассажиров в вагоне. Эти агенты после известного навыка научаются глазомерно определять число пассажиров с точностью порядка 5%. В случае надобности они могут приостановить вагон и, войдя с передней площадки, произвести подсчет несколько точнее. Для удобства подсчета этим агентам дают на ленинградском трамвае разграфленные книжки, на которых время уже заранее размечено и запись разбита на запись пассажиров передней площадки и задней, а также стоящих и сидящих внутри вагона. Если имеются стоящие, то сидящие не записываются, а принимаются по числу мест в вагоне (24). При движении поездами агенту трудно заметить число пассажиров во всех вагонах. Поэтому агентам дано указание, чтобы они по очереди на каждом маршруте записывали моторный, первый прицепной, второй прицепной и опять моторный вагон и т. д. При таком методе можно получить итог за час или день умножением на число вагонов в поезде с достаточной точностью (табл. 7).

Стоимость такого подсчета для Ленинграда определяется следующим образом. На 70—80 пунктов требуется по два агента (по одному в каждом направлении, из коих один обычно стоит при трогании с одной остановки, другой — у другой остановки). Только при очень редком движении, особенно на одноколейных участках, можно ограничиться одним агентом. Итого требуется одновременно около 150 человек на 3 смены, или 450 человекосмен на одно

Таблица 5

МАРШРУТ № 2

За 15 февраля 1928 г.

За весь день

Направление от Новой Деревни

Вышло	Остановки выхода \ Остановки входа	№№	1 Новая Деревня	2 У Строган. моста	3 Каменный остров	4 Лопухинская ул.	5 Песочная ул.	6 Пл. Льва Толстого	7 Ул. Скороходова	8 Кронверкский пр.	9 Пл. Революции	10 Ул. Халтурина	11 Лебяжий мост	12 Инженерная ул.
22 652	Вошло		2 506	1 423	584	759	1 031	3 408	1 429	1 150	1 591	285	370	231
3 613	Балтийск. вокзал	23	41	13	—	26	39	146	118	39	62	—	12	—
1 171	Варшавск. вокзал	22	—	—	—	—	13	29	—	—	50	—	37	—
147	5-я Красноармейск.	21	26	39	13	13	39	26	26	13	50	—	12	25
953	1-я „	20	39	—	13	13	—	14	—	14	—	—	—	—
497	Уг. Фонт. и пр. Кр. Ком.	19	—	13	—	—	—	14	—	—	12	—	—	—
920	Пр. Майорова	18	94	26	13	—	39	128	70	70	25	12	12	39
369	Екатерингофск. пр.	17	13	—	—	—	13	28	42	14	—	12	12	—
1 876	Сенная пл.	16	90	66	44	33	66	113	28	56	690	83	119	119
869	Ул. Дзержинского	15	44	22	—	22	22	142	42	42	202	36	95	24
304	Чернышев пер.	14	11	—	—	—	11	28	14	42	83	59	12	—
5 184	Пр. 25 Октября	13	633	401	94	212	330	1 614	820	605	333	59	59	24
706	Инженерная ул.	12	24	71	24	47	35	282	81	94	36	12	—	—
704	Лебяжий мост	11	59	24	24	12	24	323	108	94	24	12	—	14
180	Ул. Халтурина	10	12	—	—	12	12	94	13	13	24	—	14	14
482	Пл. Революции	9	51	31	31	41	72	148	54	54	—	—	54	27
489	Кронверкский пр.	8	113	51	92	51	102	67	13	—	01	14	54	27
1 053	Ул. Скороходова	7	367	215	82	113	61	215	—	31	—	—	136	136
1 330	Пл. Льва Толстого	6	593	348	113	123	153	—	41	10	43	54	150	231
277	Песочная ул.	5	174	31	31	41	—	186	73	62	114	24	95	48
143	Лопухинская ул.	4	61	72	10	—	—	186	41	21	31	12	36	12
20	Каменный остров	3	20	—	—	10	21	207	104	10	21	12	—	24
41	У Строг. моста	2	41	—	—	31	62	611	104	155	124	—	84	36
—	Новая Деревня	1	—	41	—	41	176	790	259	135	155	24	131	84
		№№	1 Новая Деревня	2 У Строган. моста	3 Каменный остров	4 Лопухинская ул.	5 Песочная ул.	6 Пл. Льва Толстого	7 Ул. Скороходова	8 Кронверкский пр.	9 Пл. Революции	10 Ул. Халтурина	11 Лебяжий мост	12 Инженерная ул.
			—	41	—	82	529	1 980	622	424	498	140	754	653

13 Пр. 25 Октября	14 Чернышев пер.	15 Ул. Дзержинского	16 Сенная площадь	17 Екатерингофский пр.	18 Пр. Майорова	19 Уг. Фонт. и пр. Кр. Ком.	20 1-я Красноармейская	21 5-я Красноармейская	22 Варшавск. вокзал	23 Балтийск. вокзал	№№	Остановки выхода \ Остановки входа	Вышло
2 723	930	559	2 120	285	711	363	116	52	26	—		Вошло	
736	222	181	1 034	155	401	207	103	52	26	—	23	Балтийск. вокзал	—
222	56	42	414	39	168	91	—	18	—	13	22	Варшавск. вокзал	13
320	167	42	427	52	116	65	—	—	—	39	21	5-я Красноармейск	39
428	177	88	141	—	26	—	—	13	—	79	20	1-я „	92
192	88	74	78	26	—	—	30	26	66	262	19	Уг. Фонт. и пр. Кр. Ком.	384
147	118	88	26	13	—	30	45	118	157	498	18	Пр. Майорова	848
162	44	29	—	—	45	—	15	39	26	144	17	Екатерингофск. пр.	269
325	29	15	—	—	—	90	103	183	236	1 035	16	Сенная пл.	1 647
147	29	—	12	45	45	45	209	127	—	183	15	Ул. Дзержинского	666
44	—	72	60	45	15	60	119	99	113	225	14	Чернышев пер.	808
—	48	120	206	75	164	194	371	282	167	747	13	Пр. 25 Октября	2 374
—	—	60	96	14	14	—	14	13	13	—	12	Инженерная ул	265
68	—	36	157	14	86	—	14	—	25	36	11	Лебяжий мост	450
27	—	36	24	11	14	—	14	—	—	13	10	Ул. Халтурина	170
81	72	157	433	29	29	—	29	—	13	25	9	Пл. Революции	949
327	—	45	90	14	100	—	—	—	27	40	8	Кронверкский пр.	748
681	22	34	45	—	71	29	14	53	—	40	7	Ул. Скороходова	1 292
1 186	22	56	112	43	43	14	14	27	13	66	6	Пл. Льва Толстого	2 125
394	22	—	90	13	40	—	13	13	27	40	5	Песочная ул.	1 254
227	—	—	22	13	13	13	—	13	—	27	4	Лопухинская ул.	667
191	—	—	—	—	27	13	—	—	—	—	3	Каменный остров	640
286	11	34	134	13	27	13	—	13	—	66	2	У Строг. моста	1 804
618	—	135	78	—	108	13	—	13	—	67	1	Новая Деревня	2 868
13 Пр. 25 Октября	14 Чернышев пер.	15 Ул. Дзержинского	16 Сенная площадь	17 Екатерингофский пр.	18 Пр. Майорова	19 Уг. Фонт. и пр. Кр. Ком.	20 1-я Красноармейская	21 5-я Красноармейская	22 Варшавск. вокзал	23 Балтийск. вокзал	№№	Остановки выхода \ Остановки входа	Вышло
4 127	197	785	1 559	332	841	514	1 004	1 032	883	3 645		Вошло	20 372

Таблица 6

МАРШРУТ № 2

Пассажиры по остановкам за день

15 февраля 1928 г.

Направление от Новой Деревни			Остановка	Направление от Балтийского вокзала			Общий оборот останов.
Вошло	Проехало между останов.	Вышло		Вошло	Проехало между останов	Вышло	
2 506		—	1. Новая Деревня	—		2 868	5 374
	2 506				2 868		
1 423		41	2. Строганов мост	41		1 809	3 309
	3 888				4 631		
584		20	3. Каменный остров	—		640	1 264
	4 452				5 271		
159		143	4. Лопухинская ул.	82		667	1 651
	5 068				5 856		
1 031		277	5. Песочная ул.	259		1 254	2 821
	5 822				6 851		
3 408		1 330	6. Пл. Льва Толстого . . .	1 980		2 125	9 843
	7 900				6 996		
1 429		1 053	7. Ул. Скороходова	622		1 292	4 396
	8 276				7 666		
1 150		489	8. Кронверкский пр.	424		748	2 811
	8 937				7 990		
1 591		482	9. Пл. Революции	498		949	3 520
	10 046				8 411		
285		180	10. Ул. Халтурина	140		170	775
	10 151				8 471		
370		704	11. Лебяжий мост	754		450	2 278
	9 817				8 167		
231		706	12. Инженерная улица	653		265	1 855
	9 342				7 779		
2 723		5 184	13. Пр. 25 Октября	4 127		2 374	14 408
	6 881				6 026		
930		304	14. Чернышев пер.	197		808	2 239
	7 507				6 637		
559		869	15. Ул. Дзержинского	785		666	2 879
	7 197				6 518		
2 120		1 876	16. Сенная пл.	1 559		1 647	7 202
	7 441				6 606		
285		369	17. Екатерингофский пр. . . .	332		269	1 255
	7 357				6 543		
711		920	18. Пр. Майорова	841		848	3 320
	7 148				6 550		
363		497	19. Фонтанка	514		384	1 758
	7 014				6 420		
116		953	20. 1-я Красноармейская . . .	1 004		92	2 165
	6 177				5 508		
52		1 471	21. 5-я Красноармейская . . .	1 032		39	2 594
	4 758				4 515		
26		1 171	22. Варшавский вокзал	883		13	2 093
	3 613				3 645		
—		3 613	23. Балтийский вокзал	3 645		—	7 258
22 652	—	22 652	—	20 372	—	—	—

Таблица 7

Листок из записной книжки счетчика в Ленинграде (натуральная величина)
Пункт—Лесной пр.

20 декабря 1929 г.

Направление — к Боткинской ул.

Время ч. м.[1]	Маршрут №	Вагонов в поезде	№ вагона или № по наряду	Пассажиров на площадках	Пассажиров внутри: стоят	Пассажиров внутри: сидят	Итого (подсчитывается в конторе)
11 40	26	2	1 298	8	—	20	56
41	—	—	—	—	—	—	—
42	20	2	616	6	7	—	74
43	21	2	1 861	15	15	—	108
44	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—
46	—	—	—	—	—	—	—
47	20	2	874	30	34	—	176
48	—	—	—	—	—	—	—
49	9	3	1 990	8	19	—	183
50	—	—	—	—	—	—	—
51	25	2	1 347	6	—	20	52
52	9	3	830	2	—	16	54
53	—	—	—	—	—	—	—
54	25	2	626	4	1	—	58
55	21	2	768	6	2	—	64
56	20	2	1 937	11	17	—	104
57	—		—	—	—	—	—
58	9	3	847	5		24	87
59	—	—	—	—	—	—	—

[1] Минуты напечатаны заранее.

обследование (около 2,5 человека на километр сети или 0,30 человека на вагон). При оплате 5 руб. на человекосмену каждое обследование обойдется свыше 2 тыс. руб.

При производстве массовых однодневных обследований качество персонала, набираемого специально на день, не может быть вполне удовлетворительно, даже при хорошем инструктировании. Поэтому лучше иметь определенные бригады в постоянном штате, которые в течение известного промежутка времени (примерно каждый месяц) по очереди обследуют все установленные счетные пункты.

Количество необходимых обследований должно составить за год минимально 10—12. Для Ленинграда, например, из этого расчета требуется в год $450 \times 12 = 5\,400$ человекодней или с учетом отпусков, больных и прочего около 20 штатных работников, стоимость содержания которых составляет около 30 тыс. руб. в год.

Этот метод дает вполне удовлетворительные данные для текущей работы. Для более детальных исследований и в частности для изучения работы остановок необходимо устанавливать счетчиков в самих вагонах, с тем, чтобы они записывали входящих и выходящих на каждой остановке. При наших вагонах, где вход и выход может происходить с обоих концов, необходимо на вагон по два счетчика, из которых каждый записывает входящих и выходящих на своей площадке. При обработке данных сумма входящих и выходящих по обеим площадкам за рейс должна быть одинакова, — это дает удобную проверку работы счетчиков. В действительности работа счетчиков, даже при большом переполнении, может итти довольно точно, и при сверке итогов получаются разницы на 1—2%.

При обработке данных за каждый рейс получаются таблицы входящих и выходящих и проезжающих соответственно таблице 6. Эти таблицы могут быть подытожены по часам и за весь день, и дают в итоге графики типа 134 или 135. Из них мы получаем оборот остановки за час или за день, подробный график числа пассажиров по перегонам в оба направления за час и за день, но не можем разбить пассажиров по дальности поездки, не можем выявить точных направлений пассажирских потоков.

Чтобы получить наиболее подробные данные соответственно таблице 4, на ленинградском и московском трамвае по предложению автора применяется метод подсчета путем выдачи талонов пассажирам. Для этого те же счетчики, по два на вагон, вручают каждому входящему пассажиру особый отрывной талон, который отбирается при выходе. По этому талону должна быть при обработке выяснена остановка посадки и остановка высадки данного пассажира. Для первой цели талоны отрываются из обычной талонной книжки с номерами; по окончании посадки на каждой остановке счетчик загибает листок, пишет название остановки и на следующей остановке выдает следующие отрывные талоны. Таким образом, по остающейся у выдающего счетчика книжке с корешками, можно выяснить остановку посадки. При выходе — счетчик отбирает талоны и нанизывает их на иглу в порядке поступления. По окончании высадки на остановке он нанизывает на ту же иглу листок с названием остановки и на следующей продолжает нанизывать на иглу сдаваемые пассажирами талоны. По окончании каждого рейса книжки с корешками обоих счетчиков и снятые с игол сданные талоны складываются с соблюдением порядка вместе и служат первичным материалом для обработки данного рейса. В случае, если при большой посадке или высадке не все пассажиры получили или не все сдали талоны, — счетчики обязаны записать количество таких пассажиров.

При правильной предварительной информации население относится к этому методу вполне сочувственно, число невзявших или несдавших талоны пассажиров невелико и колеблется в пределах до 3%, что дает вполне достаточную точность выводов.

При обработке, прежде всего раскладываются за каждый рейс книжки с корешками и сданные талоны и на их основании за данный рейс составляется первичная треугольная таблица типа табл. 4. В качестве второго этапа мы подытоживаем ту же таблицу по всем рейсам за час в том и в другом на-

Рис. 136. График оборота остановок по сети ленинградского трамвая в ноябре 1929 г.

правлении отдельно; третьим шагом служит составление той же сводной таблицы за день. Далее мы можем составить сокращенную таблицу за час (табл. 6), соответствующую тем же данным, которые получаются счетчиками при методе записи без выдачи талонов. На основании этой таблицы чертим график 134 или 135 за час. Для определения правильного среднего числа проезжающих пассажиров мы определяем сумму всех пассажиро-километров, умножая число проезжающих пассажиров по каждому перегону на длину перегона и сумму этих произведений в оба направления делим на двойную длину рейса. Отношение числа пассажиров на перегоне максимум к этому среднему дает коэфициент неравномерности по длине маршрута за данный час.

Подсчитав далее итоговую таблицу 6 за день, чертим график 134 или 135, подсчитываем пассажиро-километры, среднее число пассажиров (= пассажиро-километры : длину маршрута) и коэфициент неравномерности по длине маршрута в итоге за день.

С другой стороны, деля общее число пассажиро-километров на число перевезенных пассажиров (сумма всех вошедших = сумме всех вышедших), получаем среднюю длину поездки по данному маршруту. Сравнивая число подсчитанных счетчиками пассажиров с числом проданных билетов, мы определяем число проехавших без покупки билетов у кондуктора; вычитая из этого процент проехавших по разным карточкам и талонам (см. ниже), мы находим процент действительных „зайцев". Надо иметь в виду, что, хотя обследование не является контролем, о чем население должно быть предупреждено, — все же наличие обследователя оказывает некоторое добавочное психологическое давление на „зайцев", и потому полученные этим способом цифры безбилетных пассажиров очевидно преуменьшены.

Подводя итоги по всем маршрутам, мы можем получить следующие коэфициенты, таблицы и графики:

1) Средняя длина поездки по сети (в одном вагоне, без учета пересадок) равна сумме всех пассажиро-километров, деленной на сумму перевезенных пассажиров.

2) Разбивка пассажиров по дальности поездки получается сперва по каждому маршруту на основании итоговой дневной треугольной таблицы 5. Вычислив по каждой клетке этой таблицы расстояние между остановками посадки и высадки, мы получаем из таблицы число пассажиров, проехавших это расстояние. Группируем пассажиров по дальности на группы, примерно через двести метров (0—200, 200—400 ... 1400—1600, 1600—1800 и т. д.), составляем сводку по каждому маршруту и в итоге сводку по сети. Графически эта сводка изображена на рис. 12 (глава 1).

3) Средний коэфициент неравномерности по всей сети за каждый час отдельно или в итоге за день — получится правильно взвешенный, если по каждому маршруту коэфициент неравномерности помножить на число пассажиро-километров данного маршрута и сумму этих произведений разделить на сумму пассажиро-километров по сети.

4) Карта оборота остановок получится, если по каждой остановке сложить сумму входящих и выходящих за день по всем маршрутам и нанести на карте в виде кружка соответствующей площади (рис. 136 для Ленинграда).

5) Карта пассажирских потоков за час или за весь день получится, если на карте или схеме сети нанести с обеих сторон пути количество проезжающих пассажиров в том и другом направлении, причем число пассажиров изображается толщиной полосы. В итоговой карте за день ширина полос по обеим сторонам пути должна быть одинакова. Пример такой карты для Ленинграда на рис. 137.

6) Сводная треугольная таблица сообщений для всей сети. Для ее составления мы группируем все остановочные пункты сети в группы, имеющие одинаковые сообщения с другими группами или вообще близкие, выписываем их горизонтально и вертикально и в соответствующие клетки выписываем сумму всех пассажиров, едущих из группы M в группу N и обратно, по всем маршрутам, на основании итоговых дневных треугольных таблиц каждого маршрута. Заполняются только те клетки, по которым бесспересадочное сообщение имеется, прочие клетки остаются пустыми. Для очень больших городов

такая таблица получается очень громоздкой (для Ленинграда она содержит 130 × 130 клеток), но для городов средних она получается вполне удобной для обозрения и может дать полную сводную картину всего движения по сети.

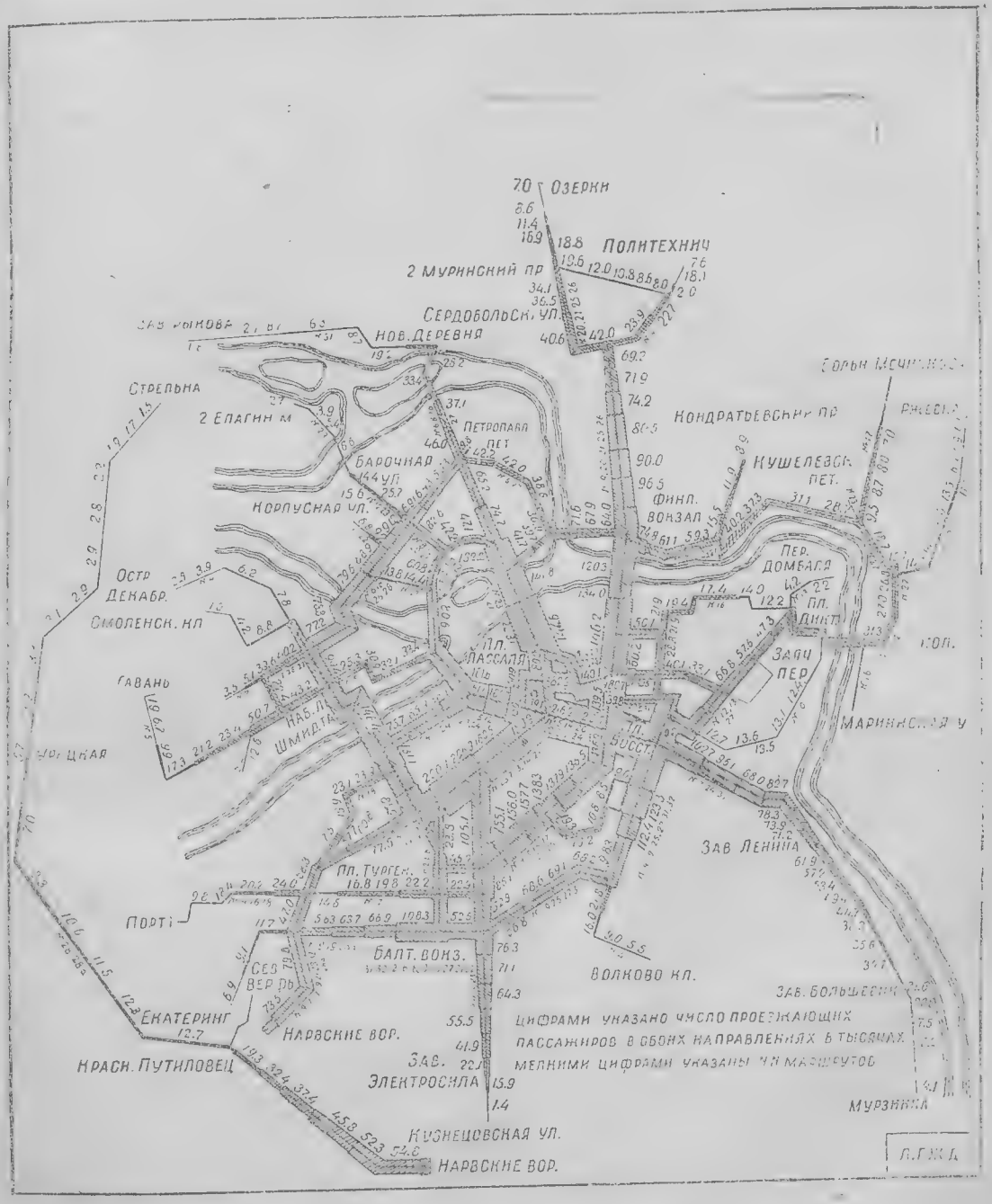


Рис. 137. График пассажирских потоков ленинградского трамвая в ноябре 1929 г.

Так, например, для города, трамвайная сеть которого схематически дана на рис. 138, сводная треугольная таблица может иметь вид, изображенный в таблице 8. Значение групп показано на рис. 138.

Из указанных сводных данных пункты 1, 3, 4, 5 могут быть получены и по методу счетчиков в вагоне без выдачи талонов, но пункты 2 и 6 можно получить только путем выдачи талонов.

Таблица 8

Сводная таблица сообщений трамвайной сети (к фиг. 138)

Группа остановок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13	360	40	—	240	100	—	220	—	140	—	60	160	100
12	—	140	—	—	40	—	100	—	—	—	—	—	
11	120	—	—	80	—	—	—	—	40	—	—		
10	—	280	220	140	—	—	—	—	120	20			
9	640	180	500	260	—	—	—	—	—				
8	580	—	—	140	—	200	180	40					
7	1 060	460	—	400	320	640	200						
6	140	—	—	560	—	—							
5	—	320	—	—	20								
4	240	180	240	—									
3	—	420	—										
2	—	60											
1	80												

Стоимость одного такого обследования определяется следующим образом: на вагон в день требуются 3 смены счетчиков по 2 человека, итого 6 человек по 5 руб. = 30 руб. Обработка при талонах довольно сложная (в среднем за день 18 — 20 рейсов по 20 остановок на рейс) и требует при талонах около 5 человекодней, а при счете входящих и выходящих — 2 человекодня по 5 руб., так что полная стоимость при методе с талонами — около 55 руб., при счете в вагоне — около 40 руб. на вагон.

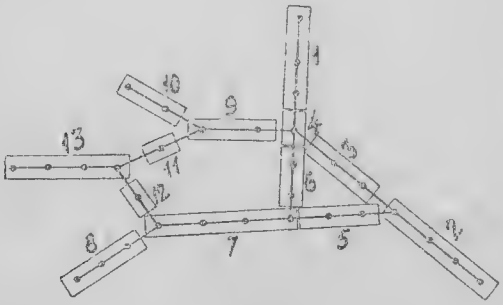


Рис. 138. Схема трамвайной сети к таблице 8.

Если на большом трамвае, скажем ленинградском, обследовать все 1 500 вагонов, то стоимость обследования будет соответственно 80 тыс. или 60 тыс. руб., т. е. получается довольно высокая цифра. Однако этот расход можно существенно сократить. Необходимо иметь в виду, что для текущей работы по разбивке вагонов на маршруты в разные часы дня достаточны наблюдения агентов с улицы или при помощи кондукторов—значительно более дешевые. Специальные данные, получаемые счетом пассажиров в вагоне, в большинстве случаев вполне достаточно получить в итоге за день, без разбивки по часам. Это сразу упрощает задачу, позволяя перейти на выборочный метод обследования, т. е. обследовать не все вагоны, а только 3 — 6 на маршрут или около 10 — 20% всех вагонов. Вагоны по расписанию надо выбрать так, чтобы среди них были и моторные, и прицепные, и одно-двух и трехсменные, — в соответствующей пропорции. Кроме того, надо позаботиться о том, чтобы интервалы между обследованными вагонами были примерно одинаковы. Так, например, если на маршруте с пробегом рейса в 60 минут всего работают 24 поезда по 3 вагона при интервале в 5 минут и мы хотим обследовать 6 вагонов, то мы намечаем — моторный вагон из поезда № 1, прицепной из поезда № 5, второй прицепной из поезда № 9, моторный из поезда № 13 и т. д. При таком внимательном отборе, 3 — 6 вагонов на маршрут вполне достаточно для получения правильного дневного итога. Так как все же по абсолютному итогу пассажиров данные вагоны могут отличаться от среднего, то мы, просчитавши сводку треугольных таблиц типа № 4 за весь день по обследованным вагонам в каждом направлении отдельно, умножаем их на отношение всего числа проданных кондукторами билетов по маршруту за день к числу проданных билетов по обследованным вагонам и таким путем получаем с достаточной точностью правильный итог пассажиров и правильную их разбивку по остановкам, по длине поездки и т. д. При

таких условиях обследование для Ленинграда обходится только от 8 тыс. до 10 тыс. руб.

Если мы хотим получить правильные сводки по часам для тех или иных целей, то нельзя ограничиться 10—20% всех вагонов, так как при этом на каждый час всего по маршруту попадает 1—2—3 рейса в каждом направлении, которые могут оказаться совсем не характерными. Однако, и в этом случае нет надобности обследовать поголовно все вагоны. При движении поездами достаточно брать по одному вагону из поезда, а при одиночках с очень густым движением (интервал 2—3 мин.) можно обследовать не все вагоны, а через один. Таким путем можно ограничиться обследованием половины или $^1/_3$ всех вагонов, что снижает расходы вдвое-трое.

Для многих целей можно талонное обследование произвести комбинированным путем: за весь день обследуются 10—15% всех вагонов, за 2—3 часа максимум — 30—40%. Это дает достаточно точные выводы и за весь день и за часы максимума.

Поскольку основная цель подобных обследований — выяснение таких элементов движения, которые меняются только очень медленно — (оборот остановок, длина поездки) и претерпевают резкое изменение только при расширении сети, изменении тарифной системы и т. п., то в общем достаточно делать по два таких обследования в год. Вместе с систематическими обследованиями (10—12 раз в год) по определенным точкам сети, получаются данные, достаточные для решения важнейших задач движения. Общая стоимость пассажирской статистики получается при этом порядке 30 руб. на вагон в движении или 300 руб. на километр сети.

§ 53. Методы подсчета пассажиров по билетам

Стремясь к удешевлению статистики, мы, при наличии участковой тарифной системы, можем обращаться к записям кондукторов, производимым ежедневно, с указанием номеров проданных билетов по каждому рейсу и тарифному участку. Эти записи необходимы для контроля, независимо от статистики, и, таким образом, не создают лишней нагрузки для кондуктора. Выбрав все листки данного маршрута за какой-либо день, мы располагаем рейсы в каждом направлении отдельно, в порядке их отправления с конечного пункта, выписываем по графам число проданных билетов по каждому тарифному участку отдельно и суммируем по часам или более коротким промежуткам (в периоды максимума). Полученные часовые итоги мы должны переработать в виде итогов по участкам или полуучасткам, в зависимости от тарифной системы, причем на каждом участке или полуучастке подсчитываем сумму билетов, на нем действительных. Так, например, если взять Московскую участковую систему 1925—1929 г., то в ней имелись на каждом маршруте билеты на один участок (с перекрыванием), билеты на $1^1/_2$ участка и билеты на 2 участка (рис. 139). Если взять маршрут с 7 полуучастками, то на нем всего 6 простых участков, 5 полуторных и 4 двойных. Пусть в итоге за какой-нибудь час и направление получены по тарифам и по номеру полуучастка следующие количества пассажиров:

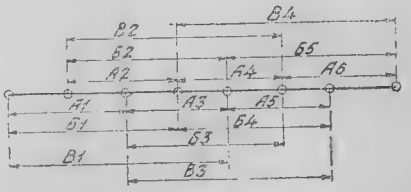


Рис. 139. Участковая система московского трамвая с 3-мя тарифами.

Обозначение	Тариф \ Участок	1	2	3	4	5	6
А	простой	400	250	350	150	400	200
Б	полуторный	500	200	200	100	350	—
В	двойной	250	200	400	150	—	—

Область действия каждого участка показана на прилагаемой схеме. Тогда по полуучасткам получаем следующие итоги действительных на них билетов:

полуучасток 1: — А1 + Б1 + В1 = 400 + 500 + 200 = 1 150
„ 2: — А1 + Б1 + В1 + А2 + Б2 + В2 = 400 + 500 + 250 + 250 + 200 + 200 = 1 800
„ 3: — А2 + А3 + Б1 + Б2 + Б3 + В1 + В2 + В3 = 3 350
„ 4: — А3 + А4 + Б2 + Б3 + Б4 + В1 + В2 + В3 + В4 = 2 000
„ 5: — А4 + А5 + Б3 + Б4 + Б5 + В2 + В3 + В4 = 1 950
„ 6: — А5 + А6 + Б4 + Б5 + В3 + В4 = 1 600
„ 7: — А6 + Б5 + В4 = 700.

Эти цифры могут дать правильный ответ на вопрос о количестве проезжающих пассажиров по каждому полуучастку при двух условиях:

1) если все пассажиры берут билет у кондуктора, т. е. совершенно нет „зайцев", а, в случае наличия абонементных или льготных разовых талонов, последние обмениваются на билеты кондуктором;

2) если все пассажиры полностью используют свое право проезда, т. е. едут от начала до конца своего тарифного участка.

При соблюдении обоих этих условий мы могли бы получить для каждого полуучастка и направления непосредственно число проезжающих пассажиров за данный час или день, т. е. получаем график, эквивалентный тому, который получается при помощи счетчиков на линии (рис. 133). Обычно количество участков или полуучастков достаточно для получения удовлетворительной картины загрузки маршрута в разных точках, заменяя счетные пункты при обследовании счетчиками. Данный метод дешевле обследования счетчиками. Обработка данных по 1000 вагонов с выводом итогов, в зависимости от сложности участковой системы, должна требовать 6—10 человеко-месяцев простого счетного труда или с учетом расходов по соцстраху — 700 — 1 200 руб., т. е. — 0,7 —1,2 руб. на вагон. Кроме того, при соблюдении указанных выше условий, результаты были бы и точнее, чем при наблюдениях счетчиков.

В действительности указанные предпосылки полностью никогда не осуществляются. Важно только, имеется ли к ним достаточное приближение, при котором записи кондукторов можно использовать с известными поправками. Поэтому, если сумма пассажиров, не берущих билет у кондуктора (карточки, погашаемые кондуктором талоны, „зайцы") достаточно велика и превышает примерно 20 — 25% от билетных пассажиров, то использование данных кондукторских записей очевидно невозможно, так как, если даже известен точный процент этих пассажиров в итоге, то все же трудно сказать, насколько ту же процентную прибавку можно применить ко всем полуучасткам. Совершенно невозможно пользоваться кондукторскими записями при едином тарифе. И при участковой системе данный метод применим лишь при сравнительно коротких участках, когда можно рассчитывать на то, что в пределах участка не будет большой смены пассажиров. Перекрывающиеся участки лучше, чем отрубные. Если помимо простых участков имеется большой процент льготных участков большой длины, то данная система также неприемлема. Можно принять из опыта, что, если средняя длина участка примерно на 25—50% превышает среднюю длину поездки, то кондукторские записи уже непригодны к использованию для статистики. Только в случае коротких участков и малого процента пассажиров, не получающих билет у кондуктора, можно пользоваться кондукторскими записями, взамен счетчиков на линии, причем цифры, полученные выше приведенным методом, дающие так называемое число расчетных пассажиров по полуучасткам или участкам, надо перевести в фактических пассажиров, соответствующих наблюдениям счетчиков, умножением на два поправочных коэфициента. Первый — больше единицы — соответствует проценту пассажиров, не получающих билеты у кондуктора, второй — меньше единицы — называем коэфициентом использования права проезда; он обозначает отношение действительно проехавших пассажиров через наиболее загруженный перегон данного тарифного участка (или полуучастка) к расчетному. Для получения же этих поправочных коэфициентов, мы должны пользоваться данными фактических обследований, которые достаточно производить примерно два раза в год (при стабильности тарифной системы), причем обязательно применение счета талонами, дающего полную треугольную таблицу 4

(только для очень простой участковой системы без перекрывания участков и без льготных удлиненных участков можно ограничиться счетом в вагоне без талонов). Для этой цели мы по данному маршруту и направлению треугольные таблицы 4 или 5 по остановкам разбиваем на клетки по границам участка или полуучастков, обнимающих пассажиров одинакового тарифа, и в каждой из полученных больших клеток пишем согласно данной тарифной системе типы билетов, которые данные пассажиры должны брать, и сумму числа пассажиров. Так для маршрута № 2 (таблица 5), имея границы участков: 1) Новая Деревня, 2) площадь Льва Толстого, 3) площадь Революции, 4) проспект 25 Октября, 5) Сенная площадь, 6) первая Красноармейская, 7) Балтийский вокзал — и, предполагая на данном маршруте московскую систему участков (простые, полуторные и двойные), т. е. участки А1, А2... А5, Б1, Б2, Б3, Б4, В1, В2, В3, получаем упрощенную треугольную таблицу 9, составленную не по остановкам, а по тарифным границам. Теперь не трудно подытожить по каждому виду участка число билетов, которые все пассажиры (за час или за день) должны были бы взять. Так, из таблицы 9 для маршрута № 2 получаем следующее количество билетов за день:

А1 — 3 284	В1 — 2 050	В1 — 969
А2 — 4 692	Б2 — 507	В2 — 788
А3 — 2 105	Б3 — 183	В3 — 248
А4 — 2 174	Б4 — 1 988	
А5 — 4 605.		

Таблица 9

МАРШРУТ № 2

Направление от Новой Деревни

15 февраля 1928 г. За весь день

Разбивка пассажиров по тарифным участкам

Вход / Выход	Новая Деревня	Пл. Л. Толстого	Пл. Революции	Пр. 25 Октября	Сенная пл.	1 Красноармейская	Балтийский вокзал
Балтийский вокзал	262 (В1 + А5)	394 (В2 + А5)	248 (В3)	1 988 (Б4)	3 169 (А5)	194 (А5)	
1-я Красноармейская	276 (В1 + А5)	394 (В2)	124 (Б3)	1 635 (А4)	310 (А5)		
Сенная площадь	431 (В1)	507 (Б2)	1 522 (А3)	539 (А4)			
Пр. 25 Октября	2 051 (Б1)	4 141 (А2)	583 (А3)				
Пл. Революции	1 473 (А1)	551 (А2)					
Пл. Льва Толстого	1 811 (А1)						
Новая Деревня							

Перевезенные пассажиры должны были бы при данной тарифной системе взять такое количество билетов. Сравнивая с действительно выданными билетами за данный день по записям кондукторов, мы получаем процентную надбавку для перехода от кондукторских записей к действительным пассажирам с учетом разных карточек, льготных талонов, „зайцев“, т. е. первую поправку.

С другой стороны, мы по указанному выше методу исчисляем расчетное число проезжающих пассажиров по полуучастку. Получаем для полуучастков:

1 — 6 303 (А1 + Б1 + В1)	4 — 9 562
2 — 12 290	5 — 9 986
3 — 11 542	6 — 6 841

Полученные цифры сравниваем с графиком действительно проехавших пассажиров (рис. 135 и таблицу 6) по перегонам и строим объединенный график 140.

Найдя для каждого полуучастка перегон с максимальным числом проезжающих пассажиров, мы берем отношение этого максимума к расчетному числу, что дает второй поправочный коэфициент—коэфициент использования права проезда, который по каждому маршруту должен быть исчислен для каждого полуучастка и направления отдельно. В нашем случае получаем следующие цифры по полуучасткам:

1 — 5 822 : 6 303 = 0,92	
2 — 8 937 : 12 290 = 0,73	
3 — 10 151 : 11 542 = 0,88	
4 — 7 507 : 9 562 = 0,78	
5 — 7 441 : 9 986 = 0,75	
6 — 6 177 : 6 841 = 0,90	

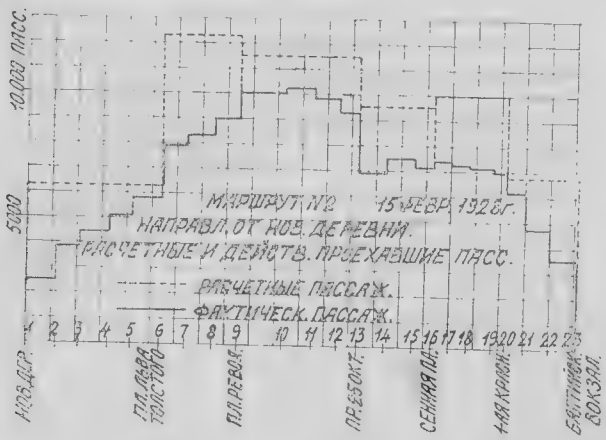


Рис. 140. Количество проезжающих фактически пассажиров (сплошная линия) по остановкам и количество расчетных пассажиров по билетам (штриховая линия).

Вообще по обследованиям, произведенным в Ленинграде в 1926—1929 гг., этот коэфициент составил от 0,5 до 0,9. Очень малая величина этого коэфициента — ниже 0,5 — означает большую сменность пассажиров на данном полуучастке и, следовательно, слишком большую неточность всего метода. В этом случае надо отказаться от использования кондукторских записей.

§ 54. Анкетный метод

Описанными методами мы получаем важнейшие данные, необходимые для непосредственного регулирования движения. Нам нехватает для этой цели еще ответа на очень важную группу вопросов — подробной разбивки пересадочных пассажиров. При этом по существу требовалось бы для каждого пересадочного пассажира знать место посадки, маршрут посадки, пункт пересадки, место высадки и маршрут после пересадки. Однако автору неизвестен метод, могущий дать ответ на все эти вопросы. Наблюдения в точках пересадки очень затруднительны и навряд ли могут дать хотя бы частичный ответ. Трамваи, имеющие пересадочное право, могут по проданным билетам дать если не детальный, то хотя бы огульный ответ о проценте пересадочных пассажиров. Советские трамваи, к сожалению, лишены положительных сведений по этому вопросу.

Для тарифной политики трамвая важно знать число поездок по разным видам временных карточек. Для этого автор пользовался в Ленинграде контролерами, которым в определенные дни (примерно раз в месяц) давались для заполнения особые листки, где были перечислены, кроме пассажиров по билетам, все виды карточек. При ревизии вагонов контролер должен был указать число пассажиров по каждому виду. Делая по 35—40 ревизий в день, 100—120 контролеров могли дать около 4000 листков, охватывающих около 8—10% всех пассажиров. При подытоживании за день, за час, по маршруту, получалось процентное отношение числа пассажиров по каждому виду карточки к числу билетных пассажиров, зная же общее число пассажиров за день, за час, или по маршруту, мы получали соответственно и общее число пассажиров по каждой карточке, а отсюда и число поездок на одну карточку в обращении.

Необходимо указать еще на один всеобъемлющий метод обследования пассажирских потоков, до сих пор почти не испробованный.— метод анкетный. Если суметь раздать всему населению города по анкетному листку, на котором каждый указал бы за определенный, одинаковый для всех день все свои поездки с пересадками, то получилась бы совершенно полная картина, которая позволила бы исчерпывающе ответить не только на все вышеуказанные вопросы, в том числе и на вопрос о пересадках, но и дала бы ряд других, теоретически интересных материалов, например: данные о расстоянии, которое пассажир проходит пешком до остановки и обратно; о распределении всего населения города по числу поездок в день; о числе поездок по разным слоям населения; о влиянии дальности поездки на число поездок и т. д. Однако, для успеха анкетного обследования требуется высокая степень культурности и сознательности населения, и обработка такого обследования очень дорога.

Учитывая, что большой процент необходимых сведений получается и без анкет, можно было бы временно наладить следующие два метода: 1) определение числа пересадочных трудовых поездок по записи адресов рабочих, служащих и учащихся, без их опроса; 2) опрос пассажиров в вагоне для определения выборочным методом процента пересадок (по маршрутам и часам), процента поездок трудовых, культурно-бытовых и других для разбивки состава пассажиров по социальному положению и возрасту.

Глава 11

НАПОЛНЕНИЕ ВАГОНОВ И ЧАСТОТА ДВИЖЕНИЯ

Помимо выяснения пассажирских потоков по времени и месту, мы для решения важнейших оперативных задач трамвая должны еще предварительно осветить в общей, принципиальной постановке вопросы о наполнении вагонов и частоте движения. Оба вопроса сводятся в итоге к определению необходимого числа вагонов и поездов.

§ 55. Наполнение вагонов

Какое наполнение вагонов следует признать нормальным? Должны ли мы вообще устанавливать какие-либо пределы для нагрузки вагонов? Практика разных стран и городов дает разные ответы.

Наиболее богато и удобно для пассажиров поставлено обслуживание вагонами в Америке. Город Мильвоки требует, чтобы в часы среднего движения все пассажиры получали место для сидения, вследствие чего, с учетом неизбежной нерегулярности в поступлении пассажиров и прохождении вагонов, трамвай фактически дает 110—113% для сидения к общему числу пассажиров. В часы максимума движения число их снижается до 67—80% числа пассажиров, т. е. 20—33% едут стоя. Город Дэйтон требует, чтобы в моменты максимума число пассажиров в вагоне равнялось числу сидячих мест + стоячих по 0,37 *кв. м* площади пола вагона (не занятой сидячими местами) на одного человека. Лос-Анжелос дает место для сидения на каждого пассажира в средние по движению часы, но учитывает, что некоторая часть пассажиров сама предпочитает стоять. В часы же максимума допускаются, помимо сидящих, 3 стоящих пассажира на 1 *кв. м* площади пола.

В Германии в часы максимума допускаются, кроме сидящих, еще стоящие пассажиры из расчета одного на 0,175 *кв. м* площади пола (в Лейпциге — 0,225 *кв. м*). Из этой цифры исчисляется официальная норма наполнения для данного вагона. При ее заполнении кондуктор вывешивает дощечку „занято" и в вагон больше никого не пускает, за исключением экстренных случаев (возвращение с прогулок, из театров, выставок, плохая погода и т. д.). В Берлине норма наполнения вагонов существует, но мало соблюдается, переполнения сверх нормы допускаются; однако число предоставляемых вагонов дает возможность даже в часы максимума заполнять их в среднем только на 55—60% от нормы (рис. 128).

В СССР в настоящее время недостаток вагонов почти во всех городах так велик, что соблюдение каких-либо норм невозможно. Фактическое наполнение в часы максимума часто достигает крайних пределов (110—120 человек в вагоне, построенном на 24—26 мест для сиденья). Если даже взять среднее наполнение за целый час максимума по всем вагонам Ленинграда, то получается около 75 человек, не считая того, что в течение этого часа имеются отдельные значительно более резкие пики на всех маршрутах.

В вопросе о наполнении вагонов интересы пассажира и интересы предприятия явно противоречивы. Экономия расходов требует перевозить пассажиров минимально возможным числом вагонов. Однако, подавляющее большинство пассажиров предпочитает сидеть и даже сидеть просторнее, не вплотную друг к другу. Число пассажиров, предпочитающих стоять при незаполненных местах для сидения, зависит от дальности поездки, погоды и др. условий. В хорошую погоду многие предпочитают оставаться на площадках. Пассажиры коротко следующие часто совершенно не садятся; пассажиры дальнего следования, наоборот, редко стоят по собственной воле. Кроме того, часто наблюдается, что пассажиры встают в начале последнего перегона своей поездки, подготовляясь к выходу. Исходя из этих соображений, можно принять в качестве комфортабельного наполнения число пассажиров равное примерно 1,10 от числа сидячих мест для поездок дальнего следования и 1,25 для коротких поездок.

Свыше этого наполнения уже начинаются неудобства пассажиров. Все пассажиры сверх указанной нормы уже вынуждены стоять помимо воли. Чем больше пассажиров, тем больше неудобств для каждого стоящего. Неудобства эти при большом наполнении, в зависимости от устройства вагона, отзываются в большей или меньшей степени и на сидящих пассажирах и переходят при большой нагрузке в сплошное мучение. Предельное наполнение равно по опыту числу сидячих мест + стоячие из расчета 0,11 *кв. м* площади пола на человека или 9 человек на 1 *кв. м*. Американцы указывают цифру 0,14 *кв. м* на человека, но в действительности можно сплошь да рядом наблюдать до 9 человек на 1 *кв. м*.

С народно-хозяйственной точки зрения удобства пассажира, так же как и его время — реальная ценность, растрачиваемая в вагоне. Рабочий, проехавший в вагоне в течение получаса в стесненных условиях на работу, теряет немалую долю своей трудоспособности. При обратной поездке, он лишается законного права на отдых. Мы безусловно заинтересованы в том, чтобы время, проводимое пассажиром в трамвае, было не совсем для него потеряно, чтобы оно было использовано для отдыха, для чтения. Народнохозяйственный вред от переполнения вагонов для каждого отдельного пассажира резко возрастает с ростом наполнения вагона. Если попытаться изобразить математически этот вред как функцию от нагрузки вагона, то получится какая-то кривая, которая начинается от нуля при комфортабельном наполнении и возрастает все резче вплоть до предельного наполнения. Чтобы определить ее характер, а, тем более, перевести этот вред в конкретные данные, мы могли бы, например, воспользоваться анкетным методом, ставя ряду пассажиров вопросы такого порядка: сколько данный пассажир согласен был бы доплатить, чтобы вместо езды в переполненном до отказа вагоне ездить в вагоне с меньшим или с комфортабельным наполнением?

Организация таких обследований очень трудна, в первую очередь, потому, что сам пассажир в большинстве случаев неясно учитывает переполнение в разных стадиях. Инстинктивно он будет действовать согласно определенным математическим законам (так же, как пчелы строят соты по точным математическим законам), но выразить свои ощущения формулами он, очевидно, не сумеет. Однако, это не значит, что мы не должны за него попытаться математическими знаками определить это неудобство. При известном переполнении, неудобства пассажиров начинают сказываться и непосредственно на предприятии: пассажир предпочитает ходить пешком, а не пользоваться трамваем, особенно при коротких поездках, когда основным стимулом является экономия энергии, так как пребывание в переполненном вагоне, вход и выход из него отнимают больше энергии, чем пешее хождение на том же расстоянии. Исходя

из этого наблюдения, будет наверное не преувеличено, если мы примем отношение стоимости времени пребывания в переполненном до отказа вагоне ко времени пребывания при комфортабельном наполнении, по крайней мере, 2 или даже 2,5. Это значит, что, поскольку мы время пассажира в свое время оценили в 25 коп. за час, дополнительные неудобства при переполненном до отказа вагоне можно оценить еще в 25—35 коп. в час. Между предельным и комфортабельным наполнением вагона стоимость неудобств растет по прямой или скорее по некоей кривой, изогнутой вниз. Это означает, что неудобства возрастают сперва медленнее, затем все быстрее. Подтверждается это и теми наблюдениями, что утечка пассажиров в зависимости от переполнения вагонов особенно быстро растет при приближении к предельным наполнениям.

Помимо утечки, предприятие при переполнении вагонов страдает вследствие значительного увеличения числа „зайцев", иногда даже невольных, из-за перегрузки кондуктора. Этот вопрос подлежит более точному опытному выяснению. В распоряжении автора имеется одна такая кривая, показывающая, на основании обследования с талонами, процент „зайцев" от общего числа перевезенных за рейс пассажиров для одного из маршрутов Ленинграда (рис. 141). Эта кривая показывает особенно быстрый рост „зайцев" при приближении к предельным наполнениям вагона.

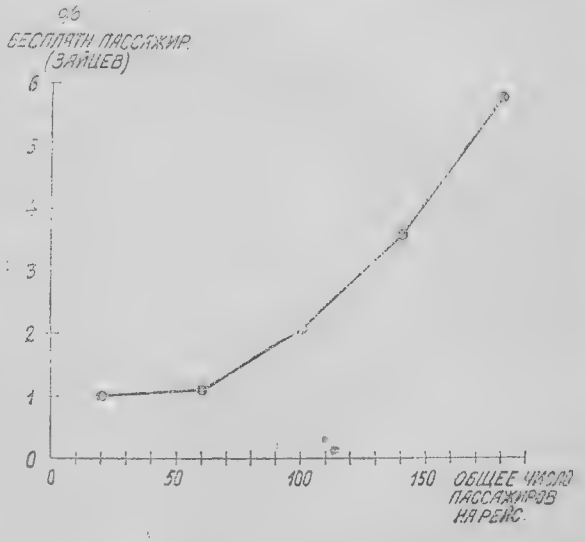


Рис. 141. Зависимость процента бесплатных пассажиров от нагрузки вагона.

С другой стороны, расходы предприятия растут обратно пропорционально наполнению вагона. Сюда следует относить: содержание кондукторов, вожатых и обслуживающего их конторского персонала, электрическую энергию, ремонт и содержание вагонов и парков, отчасти подстанций. Из амортизационных расходов сюда относится амортизация вагонов, парков и подстанций, а также путей в той части, которая зависит от пробега вагонов. Кроме того, капитальные затраты на перевозимого в год пассажира обратно пропорциональны наполнению вагонов.

Мы можем теперь решить следующую абстрактную задачу. На маршруте длиной L километров со скоростью сообщения v_r должно перевозиться по R пассажиров в час в ту и другую сторону, из коих каждый едет из конца в конец. Для перевозки служат вагоны с 24 местами для сидения и площадью пола для стоящих пассажиров, равной 10 *кв. м*, так что комфортабельное наполнение принимаем $1{,}25 \times 24 = 30$, а предельное $24 + 9 \cdot 10 = 114$ (это обычные в СССР размеры двухосного вагона). Если наполнение вагона r, то число вагонов, проезжающих в час в одном направлении равно $\frac{R}{r}$, а так как проезд маршрута продолжается $\frac{L}{v_r}$, а со стоянкой t_0 полный оборот в оба конца $= 2\left(\frac{L}{v_r} + t_0\right)$, то необходимое число вагонов в движении $\frac{2R}{r}\left(\frac{L}{v_r} + t_0\right) = \frac{2R}{r} \cdot \frac{L}{v_r}$, каковые пробегут в час $\frac{2R}{r} L$ вагоно-километра. Если всего часов движения в год H, то за год будет сделано $\frac{2R}{r} LH$ вагоно-километра. Расходы на вагоно-километр при вагоне данного размера принимаем в среднем, в 15 коп., и, кроме того, доля амортизации, зависящая от движения, составляет примерно 3 коп., итого 18 коп. на вагоно-километр, так что годовая себестоимость равна $0{,}18 \times \frac{2RLH}{r} = 0{,}36 \cdot \frac{R}{r} L \cdot H$ руб. К этому необходимо в общем случае прибавить проценты на капитал, вложенный в вагоны, из расчета 25 тыс. руб., в среднем, на вагон, и дополнительно: 8 тыс. руб. на вагономесто в парке и 2 тыс. руб. на усиление мощности подстанции; всего около 35 тыс. руб. на вагон. Кроме того, имеется еще доля амортизации подвижного состава, не зависящая от пробега, а только от инвентарного наличия. Сумму процента на капитал и указанной

доли амортизации определяем в 15%. Инвентарных вагонов потребуется приблизительно на 10% больше, чем в движении, т. е. $2{,}2 \cdot \frac{R}{r} \cdot \frac{L}{v_e}$, стоимость которых (с парками и подстанциями) равна $35\,000 \times 2{,}2 \cdot \frac{R}{r} \cdot \frac{L}{v_e}$. От этой суммы 15% дают $11\,500 \frac{R}{r} \cdot \frac{L}{v_e}$ руб. в год, и, следовательно, общий годовой расход равен

$$\frac{RL}{r}\left(0{,}36\,H + 11\,500 \frac{1}{v_e}\right).$$

Начисление процента на капитал требуется, однако, далеко не всегда: в ряде случаев вагонный инвентарь имеется, и тогда речь идет только о том, пускать ли его в движение или нет. В этих случаях достаточно учитывать только чистую себестоимость, т. е. $0{,}36 \cdot \frac{R}{r} \cdot LH$ руб. в год.

Наконец иногда отпадает необходимость учета расходов на содержание вагонных бригад. Это бывает в тех случаях, когда использовать полный рабочий день бригад невозможно (главы 14 и 25) и лишний пробег вагонов будет только давать расход электроэнергии и износ вагонов и путей. В этих случаях достаточно, в среднем, считать 10 коп. на вагоно-километр, откуда годовой расход равен $0{,}20 \cdot \frac{R}{r} \cdot LH$ руб.

Неудобства пассажиров, как функцию наполнения, выражаем для простоты прямой, идущей от нуля при $r = 30$ и доходящей до 35 коп. в час при $r = 114$, или формулой $\frac{35}{84}(r - 30) = 0{,}42\,(r - 30)$ коп. на пассажиро-час. За год $2RH$ пассажиров проведут в вагонах по $\frac{L}{v_r}$ часов, итого $\frac{2RLH}{v_r}$ пассажиро-часов, и сумма неудобств этих пассажиров, таким образом оценивается в

$$0{,}42\,(r - 30) \cdot \frac{2RLH}{v_r} = 0{,}84\,\frac{RLH\,(r - 30)}{v_r} \text{ коп.} = 0{,}0084\,\frac{RLH\,(r - 30)}{v_r} \text{ руб.}$$

Для получения народно-хозяйственного оптимума, сумма затрат предприятия и неудобств пассажиров должна дать минимум. Это дает в первом случае:

$$\frac{RL}{r}\left(0{,}36\,H + \frac{11\,500}{v_e}\right) + 0{,}0084\,(r - 30) \cdot \frac{RLH}{v_r} = \min,$$

откуда

$$\frac{1}{r^2}\left(0{,}36\,H + 11\,500 \cdot \frac{1}{v_e}\right) + \frac{0{,}0084H}{v_r} = 0$$

$$r = \sqrt{\frac{\left(0{,}36\,H + 11\,500 \frac{1}{v_e}\right) \cdot v_r}{0{,}084H}} = \sqrt{43 \cdot v_r \left(1 + \frac{32\,000}{Hv_e}\right)}.$$

Во втором случае (достаточный запас инвентаря) расчет дает оптимальное наполнение

$$r = \sqrt{43 \cdot v_r},$$

а в третьем случае (невозможность использовать кондукторов и вожатых)

$$r = \sqrt{24 \cdot v_r}.$$

Принимая $v_r = 15$ *км*/час, $v_e = 13{,}5$, $H = 3\,000$, имеем

в первом случае . . . . . $r = 35$
во втором случае . . . . . $r = 26$
в третьем случае . . . . . $r = 19$.

Поскольку 30 человек в вагоне мы сочли комфортабельным наполнением, то, вместо $r = 26$ и 19, в третьем и втором случаях мы должны принять $r = 30$.

Полученный результат весьма зависит от основной оценки неудобств и от характера зависимости неудобств от наполнения. Так, например, если бы мы, вместо прямой $0{,}042\,(r - 30)$, за пассажиро-час приняли кривую, изогнутую вниз, то результат получился бы иной. Так, например, если кривая неудобств примет вид $C \cdot (r + 30)\,(r - 30)$, где при $r = 30$, неудобства равны нулю, а, при $r = 114$, дают 35 коп. на пассажиро-час, то оптимальное наполнение получилось бы:

для первого случая . . . . . $r = 43$
„ второго случая . . . . . $r = 36$
„ третьего случая . . . . . $r = 30$.

Чем дороже оценены время и неудобства пассажира, чем ниже себестоимость и процент на капитал, короче, чем богаче страна, тем меньшее наполнение мы будем допускать.

Приведенные расчеты показывают, что даже при сравнительно невысокой оценке неудобств пассажира получаются наполнения значительно меньшие,

чем те, какие мы наблюдаем на наших трамваях. Переполнения, допускаемые советскими трамваями, могут быть объяснены исключительно недостатком вагонов.

На ближайшие годы, ориентируясь на вышеприведенные расчеты, но учитывая все же трудность для народного хозяйства СССР дать очень большие цифры вагонов, можно было установить как норму для расчетов для среднего советского вагона 45 человек, что дает примерно 2 человека на 1 *кв. м* пола для стоящих, кроме сидячих мест.

Для подсчета указанной площади, мы должны на общей внутренней площади пола кузова и площадок вычесть место, занимаемое сиденьями, причем при поперечных сиденьях надо вычесть также всю площадь между сиденьями, а при продольных к площади, занятой сиденьями, добавить еще около 100 *мм* вдоль сидений. Таким образом, если внутренняя площадь вагона f *кв. м*, а число сидений s, то при обычных конструктивных размерах надо вычесть: при продольных скамьях—0,27 s, при поперечных—0,325 s; так что допустимое число стоящих: при продольных $2(f-0{,}27\,s)=2\,f-0{,}54\,s$, при поперечных — $2\,(f-0{,}325\,s)=2\,f-0{,}65\,s$.

Все число мест в вагоне: при продольных $\cong 2\,f+0{,}45\,s$.
„ „ „ „ „ „ поперечных $\cong 2\,f+0{,}35\,s$.

Что вагон с поперечными скамьями менее вместителен, подтверждается опытом. Для типичного двухосного вагона получаем 45 человек. Эту норму можно предложить как среднюю для периодов максимума и вообще для тех случаев, когда от допущения меньшей нормы зависит потребность в вагонах. Для тех случаев, когда уменьшение нормы создает только увеличение текущих расходов, мы можем ориентироваться на норму $^1/_2$—1½ стоящих на 1 *кв. м* площади пола, что дает в итоге для типичного двухосного вагона около 30—40 человек.

§ 56. Частота движения

Вопрос о частоте движения принципиально может рассматриваться независимо от наполнения вагонов. Если взять вышеприведенный абстрактный пример, то для перевозки R пассажиров в час, необходимо предоставить в час R мест в каждом направлении, или сделать $2RL$ место-километров, считая количество мест в вагоне согласно приведенной норме. Но это количество мест можно предоставить поездами разных размеров и емкости и составами из разного числа вагонов. Практически мы имеем в городских условиях поезда—от малых (из одного вагона на 16 мест, с нормой наполнения около 30) и до трехвагонных составов из больших вагонов (на 120 мест для сидения и 200 по норме). Как капитальные затраты на одно место, так и текущие расходы, будут возрастать с уменьшением состава. Но в то же время возрастает частота движения, уменьшится интервал и, следовательно, время ожидания пассажирами поезда. Таким образом, и в этом отношении интересы пассажира и расходы предприятия дают явно противоречивые результаты.

Если исходить из вышеприведенного абстрактного примера и принять число мест по норме в составе ρ, то число поездов, отправляемых в час в одном направлении, т. е. частота движения будет $\nu=\frac{R}{\rho}$, и, следовательно, интервал $i=\frac{60}{\nu}=\frac{60\rho}{R}$. Если не считаться с нерегулярностью в прохождении поездов и поступлении пассажиров (об этом см. ниже гл. 15), то в среднем каждый пассажир будет ждать время $\frac{1}{2}i$, т. е. $\frac{1}{2}\cdot\frac{60\cdot\rho}{R}$, а всего $2R$ пассажиров потеряют $2R\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{60\rho}{R}$ мин. $=60\,\rho$ минут. Оценивая время по 25 коп. за час, получаем расход в час $60\cdot\rho\cdot\frac{25}{60}$ коп. $=\frac{1}{4}\rho'$ руб., а за год (H часов) $\frac{H\rho}{4}$ руб.

Таким образом, потери всех пассажиров на ожидание поезда прямо пропорциональны емкости поезда.

Капитальные затраты на одно место падают с ростом емкости поезда. Так, при современных условиях в СССР можем принять следующие цены:

1) малый моторный вагон на 16 сидячих мест, норма 30, цена около 25 000, или на место по норме $\cong$ 830 руб.

2) нормальный моторный вагон на 24 места, норма 45, цена около 31 000 — 32 000 руб., на место ≈ 700 руб.

3) поезд из нормального моторного и такого же прицепного вагона, цена около 47 000 — 48 000 руб., норма 90, на место ≈ 530 руб.

4) поезд из большого моторного и такого же прицепного вагона, оба на 40 сидячих мест, норма 2×60, цена около 55 000 — 60 000 руб. на место по норме ≈ 480 руб.

5) трехвагонный состав из тех же вагонов, норма 3×60, цена 75 000 — 80 000 руб., на место ≈ 420 руб.

Итоги данной таблицы можно выразить с известным приближением формулой, где цена поезда $= (15\,000 + 350 \cdot \rho)$ руб., или на место $350 + \frac{15\,000}{\rho}$. Соответственно этому, и ремонт большого поезда будет на одно место стоить меньше малого, при чем прицепной вагон обходится в несколько раз меньше моторного. Точно так же и расход электрической энергии на прицепной вагон примерно равен только половине моторного, а на большой вагон существенно меньше на одно место, чем на малый. Расходы по движению на прицепной вагон также равны только половине моторного и на большой и малый вагоны в абсолютном выражении одинаковы.

При существующих в настоящее время условиях в СССР, можно приблизительно исчислить зависящие от движения расходы на поездо-километр при разной емкости поезда по формуле $(18 + 0{,}12\,\rho)$ коп., или на место-километр — $\left(0{,}12 + \frac{18}{\rho}\right)$ коп. Так как за год будет проделано $2RL \cdot H$ место-километров, то годовой расход равен $2RL \cdot H \left(0{,}12 + \frac{18}{\rho}\right)$ коп. $= 0.02RLH \left(0{,}12 + \frac{18}{\rho}\right)$ руб. Кроме того, проценты на капитал, вложенный в вагоны, по 15% в год, дают для инвентаря $\frac{2{,}2RL}{\rho \cdot v_e}$ поездов сумму $0{,}15\,(15\,000 + 350\,\rho) \cdot \frac{2{,}2RL}{\rho \cdot v_e} = \frac{83RL}{v_e}\left(1 + \frac{42}{\rho}\right)$.

Общая сумма народно-хозяйственных затрат должна дать минимум, при

$$\frac{H\rho}{4} + 0{,}02RLH\left(0{,}12 + \frac{18}{\rho}\right) + \frac{83RL}{v_e}\left(1 + \frac{42}{\rho}\right) = \min;$$

откуда

$$\frac{H}{4} - \frac{0{,}02RLH \cdot 18}{\rho^2} - \frac{3\,500 \cdot RL}{v_e \cdot \rho^2} = 0;$$

$$\rho = \sqrt{1{,}44RL\left(1 + \frac{10\,000}{Hv_e}\right)};$$

и отсюда

$$i = \frac{60\,\rho}{R} = 72\sqrt{\frac{L}{R}\left(1 + \frac{10\,000}{Hv_e}\right)}.$$

В случаях, где проценты на капитал не должны учитываться, получаем

$$\rho = \sqrt{1{,}44RL} \text{ и } i = 72\sqrt{\frac{L}{R}}.$$

Мы видим, что оптимальная частота и емкость поезда являются функцией числа проезжающих пассажиров R и длины поездки L. По мере увеличения R, мы должны повышать и частоту и емкость поезда, каждое из них пропорционально квадратному корню из R.

Если, например $R = 6\,000$ пассажиров в час в одном направлении, $L = 4$ *км*, $H = 5\,000$ часов в год, $v_e = 14$, то для первого случая $\rho = 200$, для второго — $\rho = 186$. Это значит, что при таком объеме движения надо дать максимальные трехвагонные составы с действительным наполнением по 60—70 человек, причем частота получится $\frac{R}{\rho} = \frac{6\,000}{200} = 30$ поездов в час, а интервал — $i = \frac{60\,200}{6\,000\,2} = 2$ мин.

Если $R = 200$, $L = 3$ *км*, то $\rho = 30$, т. е. достаточен очень малый моторный вагон. $i = \frac{60 \times 30}{200} = 9$ мин.

Таким образом, принципиально вопросы о наполнении и о частоте движения суть вопросы различные. На основании вышеизложенных соображений о наполнении, мы определяем число имеющих быть предоставленными мест; на основании расчетов частоты, мы определяем состав поезда. Однако, на практике эти вопросы часто переплетаются. В виду большой пестроты в величине пассажирских потоков по времени и месту, на одном и том же трамвае требуются составы самых разных размеров. Во многих случаях требуются

столь малые вагоны, что практически это неосуществимо, и тогда мы должны будем дать минимальный из имеющихся составов. Соответственно с этим, по расчету наполнения мы могли бы дать более редкий интервал, но тогда слишком пострадали бы интересы пассажиров, вынужденных ждать слишком долго. Поэтому мы должны будем при минимальном из наличных составов дать интервал по формуле, и, следовательно, получится меньшее наполнение, чем расчетное. Таким образом, при очень редком движении, соображения интервала преобладают, и вопросы наполнения отходят на второй план. Обратно, при очень густом движении, может, с предоставлением нужного числа мест, потребоваться очень большой поезд, какого на данном трамвае нет. Поскольку предел наполнения переходить нельзя, приходится давать максимальный имеющийся поезд в такой частоте, чтобы наполнение этого поезда было равно норме, и, следовательно, частота получится больше расчетной.

К указанным соображениям о выборе частоты движения необходимо сделать два замечания.

Мы приняли выше зависимость расходов и капитальных затрат от величины состава, учитывая только комбинации из двухосных вагонов с одним моторным. В общем подобное решение является наиболее экономным. Однако, в ряде случаев мы будем применять и другие решения. Так, в городах с крутыми подъемами нельзя применять два прицепных вагона. При очень частых остановках, нам важно дать большое ускорение, что также при двух прицепных вагонах невозможно. При движении с большими скоростями, для устойчивости хода требуются четырехосные вагоны. Поэтому в ряде случаев применяются и большие четырехосные вагоны, и составы из двух четырехосных вагонов, а также трехвагонные составы с двумя или даже тремя моторными вагонами, которые управляются все с одного конца поезда обычным контроллером или методом косвенного управления. Выбор типа поезда—столь сложная техническая и экономическая задача, что решать ее только в настоящей связи нельзя. Если увеличение емкости состава идет по линии четырехосных вагонов или составов с несколькими моторными вагонами, то кривая зависимости капитальных затрат и текущих расходов от емкости поезда будет быстрее возрастать, чем при сохранении только двух ведущих осей. Но на самой главной статье расхода — содержании вожатых и кондукторов — мы получим, во всяком случае, большую экономию от увеличения емкости состава и довольно значительную и на прочих. В итоге, элемент расходов на место-километр, имеющих вид $\frac{a}{q}$, будет несколько меньше, чем при прежних предположениях, а, следовательно, уменьшится стимул для больших составов, и несколько увеличится потребность в частоте движения.

Глава 12

СИСТЕМА МАРШРУТОВ

§ 57. Требования к маршрутной системе

Мы можем теперь заняться оперативной деятельностью, которая будет в основном состоять из трех этапов:

1) составление маршрутной системы;

2) составление наряда вагонов; под этим названием мы будем подразумевать ведомость, в которой по каждому маршруту за каждый из установленных периодов времени (час, смена, полусмена) задается число поездов в движении с указанием состава поезда (вагоны моторные и прицепные, двухосные и четырехосные, большие и малые), а также с показанием парков, из которых вагоны выпускаются;

3) составление точного расписания, в котором сезонные задания, изложенные в наряде, претворяются для каждого маршрута отдельно в перечень отправок с конечных пунктов всех находящихся в движении составов. При этом, с учетом всех особенностей движения, в задания наряда могут вноситься те или другие коррективы.

В настоящей главе займемся первой задачей.

Для этого мы как и в других вопросах должны подойти к вопросу двояко: — с точки зрения пассажира и с точки зрения предприятия.

Правильная маршрутная система — одна из самых важных, если не самая важная, из оперативных задач трамвайного управления. Умело составленная маршрутная система может дать десятки процентов экономии в расходах трамвая и огромные преимущества для пассажира, что, в свою очередь, опять-таки отзывается на доходах трамвая.

К вопросу о маршрутах, как и к большинству вопросов движения, принято подходить „на-глазок". В лучшем случае, имеются в виду задачи облегчения беспересадочных сообщений, опять-таки определенные на-глаз. Задача наилучшего использования вагонов обычно не ставится совсем. Таково положение не только в большинстве городов СССР, но и в Германии, в Америке и других странах. В Германии, например, в послереволюционное время по возможности восстанавливали довоенные маршруты. Большинство трамваев не имеет даже нужной для этого статистики, не говоря уже о таких, как кельнский и др., которые, вообще, пассажирской статистики почти не ведут.

Удобным маршрутом для пассажира является тот, который может его доставить с места на место б е з п е р е с а д о к. В отношении в с е й м а с с ы пассажиров идеалом будет являться та маршрутная система, при которой с о в е р ш е н н о не требуется пересадок. Такой идеал достижим только при очень простых системах, и потому в общем случае мы каждую систему можем оценить п о к о л и ч е с т в у т р е б у ю щ и х с я п е р е с а д о к.

Для наглядного выяснения этого вопроса мы пользуемся вышеупомянутой сводной таблицей 8, в которой заполненные клетки дают все имеющиеся по сети беспересадочные сообщения из каждой группы остановок в другую. Пустые клетки означают сообщения пунктов, между которыми приходится ездить с пересадкой. Данную таблицу желательно иметь перед глазами: пустые клетки напоминают о том, где надо улучшить маршрутную систему.

Было бы, однако, преувеличением делать из этой таблицы вывод, что п р о ц е н т п а с с а ж и р о в, нуждающихся в пересадке, пропорционален проценту белых клеток. Обычно, в первую очередь, обеспечиваются беспересадочным маршрутом те пункты, между которыми проезжают наибольшие массы пассажиров, в особенности сообщения центральных пунктов как между собой, так и с районными центрами и окраинами, а также сообщения районных центров между собой и с близкими окраинами. Сообщения дальних окраин между собой и с центрами отдаленных районов не могут предъявлять большого спроса, и им преимущественно соответствуют пустые клетки.

К сожалению, правильный процент пересадочных пассажиров могут знать, как указано выше (глава 10), только трамваи, имеющие пересадочное право, да и то без детальной разбивки. Советские трамваи вынуждены ограничиться гадательными предположениями, в частности — по аналогии с трамваями, имеющими статистику пересадочных пассажиров. Можно также попытаться в таблице 8 на-глаз, по аналогии, заполнить пустые клетки гадательными цифрами, сумма которых должна дать итог пересадочных пассажиров. Такая, хотя бы гадательная, проработка вопроса о пересадочных пассажирах полезна еще тем, что указывает нам, где именно наибольшая нужда в беспересадочном сообщении, и к у д а нужно направить усилия для улучшения маршрутной системы. Известную помощь может оказать выяснение пересадок рабочих и служащих по их адресам.

В бюджете времени пассажира каждая пересадка, помимо небольшой затраты времени на передвижение пешком (обычно 0,3—0,5 мин. или 20—30 сек.), требует еще ожидания следующего поезда, соответственно частоте и регулярности движения. При среднем интервале i (мы ниже разберем подробнее, как этот средний интервал следует понимать), каждый пассажир при абсолютно регулярном движении ждет у остановки $\frac{1}{2}\,i$; если же на всей сети отношение пересадочных пассажиров к общему количеству равно σ, то все пассажиры в среднем ждут $\frac{1}{2}\,i\,(1+\sigma)$ и, кроме того, тратят на переход

на остановке в среднем $\frac{1}{2} \cdot \sigma$ мин., если считать время перехода из вагона в вагон $\frac{1}{2}$ мин. Немаловажную роль играют и те неудобства, которые пассажир испытывает при пересадке (необходимость выйти из вагона, зачастую проталкиваясь, перейти людную улицу и с еще большим трудом войти в другой вагон). Для многих пассажиров это обстоятельство играет еще бо́льшую роль, чем дополнительное ожидание поезда. При отсутствии пересадочного права, пересадка больно ударяет по карману пассажира, создает неравенство в оплате между лицами, едущими на одинаковое расстояние, и в итоге тяжело отзывается на бюджете трамвая (см. ниже гл. 18).

Помимо основного критерия — минимума пересадок, — организованный пассажир заинтересован и в том, чтобы все сообщения производились по кратчайшим путям.

Беспересадочное сообщение между двумя точками, производимое дальним путем, часто теряет свое значение. Пассажир быстро ориентируется в положении: если перепробег в беспересадочном маршруте больше, чем время ожидания нового маршрута и связанные с этим неудобства, то пассажир предпочитает ехать с пересадкой. В городах с пересадочным правом это наступит раньше, чем в городах, не имеющих права пересадки. Такие беспересадочные сообщения мы можем считать несуществующими.

Для предприятия правильный подбор маршрутной системы должен дать, во-первых, наилучшее использование вагонов. Мерилом целесообразности маршрута с этой точки зрения является коэфициент неравномерности по длине маршрута (см. выше гл. 10), взятый за день или за час. Это объясняется тем, что действительное число полезных пассажирокилометров определяется по среднему числу проезжающих пассажиров; потребное же число вагонов будет зависеть в значительной мере от числа проезжающих пассажиров на максимально нагруженном перегоне. Характеристикой целесообразности всей маршрутной системы в целом является средний коэфициент неравномерности по сети, взятый также за день или за час. За отдельные часы этот коэфициент будет, в общем, выше, чем за весь день, так как в дневном итоге сглаживаются некоторые почасовые колебания, и, особенно, разница между пассажирами обоих направлений. Особенно важно установить коэфициент неравномерности по каждому маршруту именно за час (или группу часов) максимума; как увидим в следующей главе, именно период максимума определяет собой необходимое количество вагонов по маршрутам или распределение между маршрутами имеющегося вагонного инвентаря. Остальные часы играют меньшую роль, но все же неравномерность по длине маршрута за эти часы создает лишние пробеги вагонов, хотя уже не отзывается на лишнем основном капитале. Поэтому, ориентируясь в основном на достижение равномерности в часы максимума, мы должны будем оглядываться еще на условия, создающиеся в остальные часы.

Интересы предприятия затрагиваются маршрутной системой еще с нескольких других точек зрения.

Длина маршрута будет отчасти влиять на длительность стойки в конце маршрута. Чем длиннее маршрут, тем, в общем, более длинную стойку мы должны дать вагону; однако, величина стойки будет возрастать непропорционально длине маршрута, и потому длинные маршруты дают возможность получить несколько большую эксплоатационную скорость. Если мы на маршруте с пробегом 20 мин. дадим стойку в 3 мин., а на восьмидесятиминутном маршруте—7 мин., то разница в эксплоатационной скорости достигнет 6% при одинаковой скорости сообщения.

Однако, укорочение стойки достигается за счет регулярности движения. На длинных маршрутах, особенно если они проходят через центр города, труднее поддерживать регулярное движение, чем на коротких. Чем дальше от начала маршрута, тем больше движение расстраивается. Это обстоятельство играет довольно существенную роль для тех трамваев, которые не сумели наладить систему постоянного восстановления регулярности по мере

движения вагона. Для большинства западно-европейских трамваев это обстоятельство существенной роли не играет.

Очень часто маршрутная система упирается в вопросе пропускной способности. В крупных городах мы часто вынуждены избегать загруженных узлов, давая маршруты, обходящие эти центральные узлы, или же возвращая вагоны обратно так, чтобы они не доходили до узловых пунктов. Такая система существует в Вене, и подобные меры проведены во многих городах Америки.

В вопросе о маршрутах противоречия между требованиями пассажиров и предприятия принципиально не существует, и можно, в общем, при заданном числе поездов и емкости поезда решить задачу так, чтобы пассажиры имели максимум кратчайших беспересадочных сообщений, и трамвай получил бы одновременно наиболее экономную систему.

Исходя из потребности в максимуме беспересадочных сообщений, мы могли бы предложить создание большого числа разнообразных маршрутов по разным направлениям. При этом удалось бы легче достигнуть равномерности по длине каждого маршрута, так как прибавляя к существующей системе ряд новых маршрутов, мы их можем подобрать таким образом, чтобы выправить неравномерности существующих маршрутов. Естественно, что в этом направлении чаще всего работает мысль и самих пассажиров. Однако, это упрощенное решение упирается в ограниченное число вагонов. Чем больше маршрутов, тем реже движение на каждом из них, и в итоге усиление маршрутной системы часто дает для всей массы пассажиров отрицательный эффект.

§ 58. Маршрутный коэфициент

Для уяснения взаимоотношений между отдельными величинами введем следующие обозначения:

W — число поездов на линии. (В основном число поездов и емкость поезда зависят от общей полезной работы трамвая, т. е. от пассажиро-километров);

v_e — эксплоатационная скорость (*км* в час);

L — длина сети по оси улиц (*км*);

M — сумма протяжений всех маршрутов (*км*);

i_0 — интервал между вагонами по сети, безотносительно к маршрутам (мин.);

i_m — средний интервал по каждому маршруту.

В общем, чем больше M при заданном L, тем меньше потребность в пересадках. Число маршрутов, безотносительно к их длине, существенной роли не играет. Если мы имеющиеся в городе 20 маршрутов с общим протяжением $M = 200$ *км* поделим каждый пополам, то получим 40 маршрутов; однако, от этого обслуживание пассажиров нисколько не улучшится. Наоборот, оно даже ухудшится, ибо часть пассажиров потеряет имевшиеся раньше беспересадочные сообщения. Поэтому правильнее характеризовать маршрутную систему ее суммарной длиной M. Отношение $m = \frac{M}{L}$ обозначим маршрутным коэфициентом. Он показывает, сколько в среднем маршрутов проходит по каждому участку сети, и косвенно указывает, в скольких разных направлениях можно ехать из каждой точки сети (в среднем). Таким образом, фактор m дает представление о богатстве и разнообразии маршрутной системы.

При данном L, увеличивая m и M, мы тем самым в общем случае будем уменьшать процент пересадок σ. Полного соответствия между этими величинами нет. Так, например, можно к существующей системе прибавить новый маршрут (скажем, в целях смягчения неравномерности), который частично будет совпадать с одними из существующих маршрутов, частично с другими, а в итоге не прибавит ни одного беспересадочного сообщения, не заполнит ни одной пустой клетки в таблице 8. Обратно, можно, сохраняя суммарную длину маршрутной сети, путем тех или иных перестановок, увеличить число беспересадочных сообщений. Разрезая существующие маршруты на части, мы можем ухудшить коэфициент σ, не изменяя m. Но в общем итоге, предполагая, что мы при каждой заданной сумме M использовали все возмож-

ности для уменьшения σ, мы можем сказать, что $\sigma = f(m)$ есть падающая кривая (рис. 142); при этом в число пересадок σ двойные пересадки входят дважды, тройные—трижды и т. д. Максимум σ получается при $m = 1$, $M = L$. Это возможно, например, при радиально-круговой системе, если дать сообщения по каждому диаметру и каждому кругу только раз. Чем больше город, чем разветвленнее сеть, тем больше σ при $m = 1$. Полное отсутствие всяких пересадок ($\sigma = 0$) для малых городов может быть достигнуто довольно быстро, при $m = 2, 3, 4$,—для больших же городов потребовалась бы огромная маршрутная сеть; так для города радиально-круговой системы с 20 отдельными

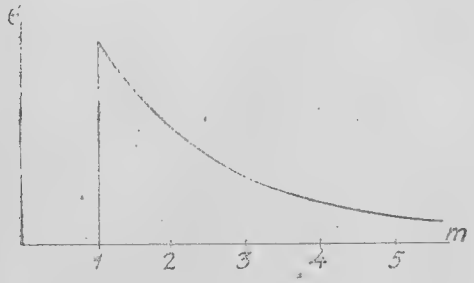


Рис. 142. Пересадочный коэфициент σ в зависимости от маршрутного коэфициента m.

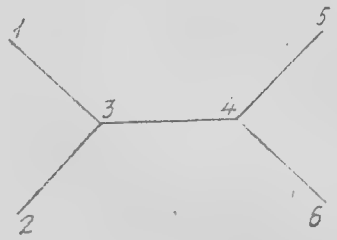


Рис. 143. Сеть из 2-х треугольных звезд.

окраинами, во всяком случае, нужно, чтобы все эти окраины между собой были связаны, т. е. требуется $\frac{20 \cdot 19}{2} = 190$ маршрутов, из которых каждый примерно равен по длине диаметру города. Это дало бы маршрутный коэфициент минимально $m = 19—20$. По мере роста M и m (начиная от $m—1$) σ сперва быстро падает, а в дальнейшем каждый прибавленный маршрут, выбирая, так сказать, остатки, дает уже небольшое улучшение.

К сожалению, вполне сопоставимых данных для учета влияния числа m на пересадочный фактор σ получить не удалось. По американским крупным городам $\sigma = 30—41\%$ (Вашингтон—41, 5%, Детройт—33%, Цинцинатти—32,3%, Мильвоки—41,4%, Балтимора—41,4), причем, в общем, американцы не стремятся к большому фактору m (в Балтиморе $m = 700 : 350 = 2$). В Берлине на трамвае, при $m = 2{,}5$, $\sigma = 22\%$, но надо учесть, что имеются еще пересадки с трамвая на автобус и метрополитен. В Вене, при $m = 1{,}73$ и очень коротких неудобных радиальных маршрутах, $\sigma = 120\%$ (46% всех пассажиров пересаживаются 1 раз, 24%—2 раза, 7,5%—3 раза, 1%—4 раза). Из этих данных трудно делать конкретные выводы. Грубо можно принять, что при $m = 2$, $\sigma = 40\%$, $m = 2{,}5$ — $\sigma = 25\%$ для больших городов; при $m = 4$, σ, вероятно, очень мало даже для больших городов.

Однако, увеличение маршрутного коэфициента имеет свою обратную сторону—уменьшение частоты движения по каждому отдельному маршруту. Согласно приведенных выше обозначений, через каждый участок сети в час проходит в оба направления $\frac{2 \times 60}{i_0} = \frac{120}{i_0}$ поездов, так что весь пробег в час равен $\frac{120\,L}{i_0}$. С другой стороны, если представить себе все маршруты в ленту длиной M *км*, то по ним должно делаться в час $\frac{120\,M}{i_m}$ поездо-километров. Для осуществления их W поездов пробегают в час по v_e километров, следовательно

$$\frac{120\,L}{i_0} = \frac{120\,M}{i_m} = W \cdot v_e$$

откуда:

$$i_0 = \frac{120\,L}{W \cdot v_e}$$

$$i_m = \frac{120\,M}{W v_e}$$

$$\frac{i_m}{i_0} = \frac{M}{L} = m.$$

Так например для Ленинграда 1930 г. $= W = 500$, $v_e = 13{,}4$, $Wv_p = 6\,700$ поездо-километров в час; $L = 145$, $M = 420$, $m = 2{,}9$, $i_o = \frac{120 \cdot 145}{6\,700} = 2{,}60$ мин., $i_m = \frac{120 \cdot 420}{6\,700} = 7{,}5$ *м*, $\frac{i_m}{i_0} = 2{,}9$.

Таким образом, увеличивая M и m, мы, правда, не увеличиваем i_0, но увеличиваем i_m—и в итоге время ожидания пассажиров увеличится. Поскольку пересадки неприятны, в первую очередь, тем, что заставляют пассажиров лишний раз ждать поезда, то при известном пределе окажется, что уменьшение σ не покрывает увеличения времени ожидания для всех пассажиров.

Возьмем сперва простой пример—простую сеть из двух сложенных треугольных звезд (рис. 143). При данной конфигурации сравним две возможные маршрутные системы: „бедную“ и „богатую“. При первой имеем 2 маршрута 1—6 и 2—5, при второй четыре: 1—5, 1—6, 2—5, 2—6; при первом варианте частота на каждом маршруте равна 5 мин., при втором (M вдвое больше)—10 мин. Пассажиров, нуждающихся в сообщении 1—3, 1—4, 2—3, 2—4, 3—5, 3—6, 4—5, 4—6, эти изменения существенно не затронут. Вместо одного маршрута с интервалом 5 мин. они получат два маршрута с интервалом 10 мин., что при удачном сочетании интервалов одинаково. Только при нерегулярном движении, последнее будет несколько хуже. Пассажиры 1—2 и 5—6 при обоих вариантах едут с пересадкой. Изменение скажется на пассажирах 1—6, 2—5, 1—5, 2—6. Первые две группы получат, вместо пятиминутного интервала,—десятиминутный, т. е. будут ждать больше, вторые две освободятся от пересадки и от вторичного ожидания, но зато будут ждать больше. Примем, что по первым двум группам имеется по 1 500 пассажиров в день, по вторым двум—по 1 000. Тогда при „бедном“ варианте мы имеем такой бюджет времени пассажиров:

$2 \times 1\,500$ пассажиров ждут по 2½ мин.	7 500 мин.
$2 \times 1\,000$ „ „ два раза по 2½ мин.	10 000 „
$2 \times 1\,000$ пассажиров страдают от неудобства пересадки, что мы обозначим величиной K	2 000 K
Итого . .	$17\,500 + 2\,000\,K$

При „богатом“ варианте все $2 \times 1\,500 + 2 \times 1\,000$ пассажиров ждут по 5 мин., итого 25 000 мин. Таким образом, увеличение маршрутной системы привело к увеличению всего времени ожидания на 7 500 мин., но зато съэкономится неудобство 2 000 пересадок. Для выбора варианта мы должны определить, во что пассажир сам ценит неудобства, связанные с пересадкой. Если пассажир, в среднем согласен потерять 4 мин., чтобы съэкономить пересадку, то будет выгоднее „богатый“ вариант. Но если для него пересадка эквивалентна только 3 мин., то мы предпочтем вариант с 2-мя маршрутами. Несомненно, что решение будет в значительной мере зависеть от того, существует ли пересадочное право. При наличии последнего пассажир будет меньше заинтересован в беспересадочности, и весьма вероятно, что в вышеприведенном конкретном случае более бедный вариант будет целесообразнее; наоборот, при отсутствии пересадочного права мы вероятно ввели бы именно второй вариант.

Для решения задачи далеко небезразличны абсолютные интервалы. Если бы в вышеприведенном случае мы уже при двух маршрутах имели интервалы 10 мин., а при четырех—20 мин., то наше решение несомненно было бы в пользу „бедного“ варианта; обратно,—при соотношении 2 мин. и 4 мин. перевес был бы в сторону варианта с четырьмя маршрутами.

При более сложных сетях расчеты осложняются. Возьмем, для примера, сеть, изображенную на рис. 144. Пусть длины всех участков между узлами равны по 2,5 *км*, и пробег каждого равен 10 мин. Таким образом $L = 17{,}5$ *км*. Существующая система имеет четыре маршрута 1—3, 2—5, 2—4, 1—4, с общей длиной $M = 37{,}5$, $m = 2{,}14$.

Всего на линии в обращении 50 поездов, которые в час делают 750 *км*. Средний интервал по сети: $i_o = \frac{17{,}5 \cdot 120}{750} = 2{,}8$ мин.; средний помаршрутный $i_m = \frac{37{,}5 \cdot 120}{750} = 6$ мин. Принимаем на всех маршрутах одинаковый интервал. Очень важно определить, сколько в действительности все пассажиры будут в среднем ждать на остановке. Для этого надо знать полную таблицу распределения пассажиров из пункта в пункт, каковая пусть задана на таблице 10. Таблица эта похожа на таблицу 8, но, при ее составлении, сообщения между группами показаны независимо от того, имеется ли беспересадочный маршрут или приходится ехать с пересадкой; в ней показана потребность в сообщениях, а не действительная перевозка. Из этой таблицы мы можем подсчитать, какие пассажиры едут только одним маршрутом—это будут группы 1—8, 1—4, 2—5, 2—4 и т. д., всего 200 человек; все они ждут на остановках по $^1/_2 \times 6 = 3$ мин. Далее 190 человек имеют в своем распоряжении по 2 маршрута и следовательно ждут по $1^1/_2$ мин.; 70 человек—3 маршрута по 1 мин. и 50 человек (6—7)—все 4 маршрута и ждут по $^3/_4$ мин.,

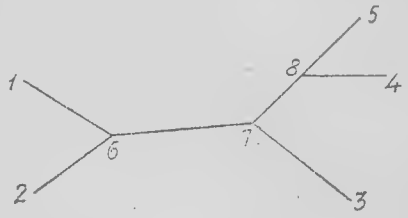


Рис. 144. Схема трамвайной сети к таблице 10.

Таблица 10

	1	2	3	4	5	6	7	8
8	10	20	10	10	20	30	40	—
7	20	20	20	30	20	50	—	
6	30	40	30	20	40	—		
5	20	20	10	—	—			
4	10	10	—	—				
3	20	10	—					
2	—	—						
1	—							

итого все 510 человек ждут 990 мин.; кроме того, 50 человек едут с пересадкой (1—5, 2—3, 3—5, 3—8) и будут ждать в итоге 235 мин. Всего делается 610 концов (в одном вагоне) и полное время ожидания равняется 1 225 мин., так что среднее время ожидания вагона равно 2,01 мин. (1 225 : 610). Это значит, что при данной системе средний эквивалетный интервал 4,02 мин. лежит между i_o и i_n, несколько ближе к i_o.

Предположим теперь, что в интересах 20 пассажиров, едущих с пересадкой (1—5), мы хотим ввести новый маршрут 1—5, не увеличивая числа вагонов. Тогда $M = 47{,}5$, $m = 2{,}71$, $i_m = \frac{120 \cdot 47{,}5}{750} = 7{,}6$ мин. Примем опять, что на всех пяти маршрутах одинаковый интервал. Теперь пассажиры по времени ожидания перераспределяются иначе. Одномаршрутных, ожидающих 3,8 мин., будет только 130, двухмаршрутных (1,9 мин.)—230, трехмаршрутных—50, четырехмаршрутных—70, пятимаршрутных 50 (6—7). В итоге 530 пассажиров прождут 1 099 мин. и, кроме того, 30 пересадочных прождут 162 мин.; итого на 590 вагонопоездок среднее ожидание будет 1 261 : 590 = 2,14 мин., что соответствует интервалу 4,28, мин., как среднему взвешенному для данной группировки пассажиров. По сравнению с более бедной маршрутной системой, получится перерасход пассажирского времени в 36 мин., но зато 20 пассажиров не будут иметь пересадки. Решение опять зависит от оценки неудобств при пересадке.

Примерно таково будет положение и в общем случае. При каждой маршрутной системе мы можем делить пассажиров на одномаршрутных и двухмаршрутных и т. д. Каждая из этих групп будет иметь разное время ожидания, и в итоге мы получим некий средний взвешенный интервал, представляющий собой нечто среднее между интервалом помаршрутным и интервалом по сети. При увеличении суммы длины маршрутов M, мы в общем получим уменьшение числа пересадок σ, но сумма общего времени ожидания всех пассажиров сперва будет уменьшаться (поскольку каждый новый маршрут еще дает много беспересадочных сообщений), а затем начнет опять увеличиваться, так что при известном m имеется минимум времени ожидания. Но при этом еще большой процент пересадочных неудобств, и потому мы с учетом этих неудобств будем искать более разветвленных маршрутных систем. Каждый вновь прибавляемый маршрут мы можем проверить точки зрения его целесообразности в данном направлении.

Если бы удалось найти универсальные закономерные кривые, изображающие $\sigma = f(M)$ и средний взвешенный интервал $i' = f(M)$, то среднее время ожидания всех пассажиров, равное $(1+\sigma)\, i'$, при некоем M, имеет минимум. Если a есть неудобство пересадки (переведенное в минуты), то сумма $(1+\sigma)\, i' + \sigma \cdot a$ имеет минимум при другом M, более высоком. Однако, вряд ли возможно дать общую теорию вопроса. Но весьма вероятно, что статистика ряда городов, будучи поставлена на должную высоту, даст возможность найти эти закономерности эмпирически, и тогда можно было бы найти базу для подсчета наиболее выгодного M.

Совершенно очевидно, что выбор величины M зависит от общего объема движения. Чем больше пассажиров при заданной сети L, тем большее мы можем допустить M. По мере роста числа пассажиров и вагонов на заданной сети, мы должны увеличивать и суммарную длину маршрутов, но непропорционально вагонам, так что одновременно будет возрастать и частота движения по каждому маршруту.

Как указано, разработка общей теории вопроса вряд ли возможна. Практически мы можем исходить из приемлемых интервалов, принимая, что интервалы более 10 мин. на маршруте становятся уже чересчур тягостными для населения, и, обратно, интервалы ниже 4—5 мин. уже настолько безразличны, что нет надобности давать большую частоту на каждом маршруте, а, наоборот, желательно, при достижении подобной нормы, весь рост выпуска вагонов направить на расширение маршрутной системы. Этот же критерий можно применить и для отдельных маршрутов.

§ 59. Стрелочный коэфициент

Помимо маршрутного коэфициента можно пользоваться и другим мерилом для оценки разветвленности маршрутной системы—количеством стрелок, постоянно обслуживающих маршрутное движение. Каждая такая стрелка означает разветвление пути, т. е. дает пассажирам возможность выбирать то или другое направление, и таким образом, свидетельствует об уменьшении числа пересадок. Двойные стрелки при этом должны считаться за две. Стрелки на петлях конечных пунктов или промежуточных пунктов для возврата отдельных маршрутов и стрелки на разъездах одноколейного пути в счет не идут. Общее количество рабочих стрелок S делим на протяжение пути L и получаем стрелочный коэфициент $\frac{S}{L} = s$, показывающий, сколько раз на километр пути пассажир имеет возможность выбрать то или другое направление.

Стрелочный коэфициент также не вполне безупречный измеритель для характеристики разветвленности маршрутной сети. Несомнено, что каждая вновь прибавленная стрелка дает улучшение в смысле беспересадочных сообщений, ликвидируя те пересадки, которые совершались в данном узле. Но обратного сказать нельзя: можно улучшить маршрутную систему добавлением ряда новых маршрутов, без прибавки какой-либо стрелки и в то же время дать новые беспересадочные сообщения между районами, более отдаленными. Таков в вышеназванном примере (рис. 144) маршрут 1—5.

В таблице 11 приведены величины S и s для разных городов СССР и Германии.

Если учесть оба названных фактора—маршрутный и стрелочный коэфициенты (можно условно предложить их сумму $s+m$), то представление о разветвленности маршрутной системы получится более правильное, чем если судить по каждому из них в отдельности.

§ 60. Формы маршрутов

По своей геометрической форме по отношению к плану города мы будем отличать следующие основные типы маршрутов, ориентируясь на то, что подавляющее большинство городов имеет резко выраженный центр и окраины:

Таблица 11

Характерные данные маршрутной системы для некоторых городов

Город	Протяжение сети L	Количество маршрутов	Из них: диаметральных	радиальных	кольцевых	окружных	прочих	Сумма протяжения маршрутов M	Маршрутн. коэффициент m	Количество обслуживаемых стрелок S	То же на км сети s	Средняя длина маршрута l_m	Средний интервал по маршруту i_m	Средний интервал по сети i_o	$m+s$
Германия															
Берлин 1927 г.	606	89	—	—	—	—	—	1 520	2,51	280	0,46	17,1	13,4	5,4	2,97
Гамбург 1927 г.	197	40	30	2	2	3	3	455	2,30	108	0,56	11,5	11,2	4,9	2,86
Лейпциг 1927 г.	122	27	23	1	—	2	1	261	2,13	90	0,79	9,3	8,4	4,0	2,92
Кельн 1927 г.	96	23	19	1	—	1	2	220	2,3	44	0,46	9,6	11,0	4,8	2,76
Нюрнберг 1927 г.	47	15	12	1	1	—	1	98	2,1	34	0,73	6,5	—	—	2,83
Дармштадт 1927 г.	30	6	5	—	1	—	—	39	1,3	12	0,40	6,5	—	—	1,73
Австрия															
Вена 1927 г.	288	75	15	45	—	15	—	497	1,73	117	0,40	6,3	5,1	2,9	2,13
СССР															
Москва 1929 г.	174	35	—	—	—	—	—	399	2,30	—	—	11,4	8,7	3,8	—
Ленинград 1929 г.	145	29	20	3	—	5	1	410	2,80	96	0,67	14,2	9,0	3,2	3,47
Баку 1929 г.	24	7	—	—	—	—	—	52	2,17	—	—	7,4	12,6	5,4	—
Одесса 1929 г.	128	32	—	—	—	—	—	205	1,6	—	—	6,4	—	—	—
Тифлис 1929 г.	62	19	—	—	—	—	—	124	2,0	—	—	6,5	14,0	7,0	—

1. Радиальные маршруты, идущие от окраины города к центру или немного не доходящие до него. Их назначение—обслуживание основной массы пассажиров в крупном городе, сообщение окраины с центром и далеких окраин со своим районным центром (рис. 145).

2. Диаметральные маршруты, идущие из одного конца города в противоположный, пересекая центр. Обслуживая два радиуса, и заменяя таким образом два радиальных, такие маршруты, помимо того, еще обслуживают внутреннее сообщение центра, а также поддерживают сообщения окраин между собой (рис. 145).

3. Полудиаметральные маршруты, так же, как диаметральные, пересекают центр, но идут на одной или обеих половинах не до самих отдаленных концов линии, а до более крупных пунктов на окраинах районных центров или несколько дальше (рис. 145). Их назначение то же, что у диаметральных маршрутов, и существенного различия между обоими типами нет.

4. Двурадиальные (подковообразные) маршруты состоят из двух радиусов, сходящихся в центре или немного не доходя до него, так что вагон, дойдя до центра из одной окраины, идет к другой. Такой маршрут заменяет два радиуса, но не обслуживает сквозного движения через центр (рис. 145).

Различие между диаметральным и двурадиальным маршрутом состоит в угле между радиусами. Мы уже указали выше, что при радиально-круговом плане города сообщение по двум радиусам между двумя точками, лежащими на кольце, будет выгоднее сообщения по кольцу при угле между радиусами более 114°; при меньшем угле пассажиру выгоднее движение по кольцу. Этот же предел можно поставить и для определения двурадиального маршрута. Диаметральный маршрут представляет собой органическое слияние двух радиальных, двурадиальный—только механическое соединение; пассажиры из конца в конец на нем ездить не будут, а предпочтут ездить по кольцу.

5. Окружные маршруты, соединяющие две или многие окраины между собой, не проходя через центр. Их основная цель—обслужить сообщение окраин между собой (рис. 145).

6. Кольцевые маршруты, соединяющие кольцом ряд окраин, не проходя через центр (в Москве кольца А и Б). Их назначение то же, что и окружных (рис. 145).

В крупном городе может быть и всегда будет ряд промежуточных или комбинированных типов.

Бывают иногда маршруты, представляющие собой нечто среднее между диаметральным и окружным, т. е. диаметры, лишь слегка задевающие центр (тангенциальный, рис. 146). Можно, далее, составить круговой маршрут из двух радиусов и части большого кольца (двурадиально-кольцевой) (рис. 146). Можно, наоборот, соединить часть кольца с двумя радиусами, идущими к далеким окраинам (диаметрально-кольцевой) (рис. 146). Возможны круговые маршруты из диаметра и половины кольца. Возможны и более сложные комбинации маршрутов, вроде восьмерок и др. Рекомендуется, в общем, если нет особых местных причин, ограничиваться наиболее простыми формами, так как лишнее усложнение часто дает отрицательные результаты.

Сравнивая между собой первые четыре типа маршрутов, обслуживающие в общем одну и ту же группу пассажиров, отметим следующее.

С точки зрения пассажира, требующего максимума беспересадочных и кратчайших сообщений, наилучшим видом маршрута является диаметральный. Он дает все нужные сообщения: окраин с своими районными центрами, окраин с центром города, окраин с противоположными окраинами и центрами других районов, районных центров между собой и с центром города, внутреннее сообщение центра, и притом по кратчайшим путям. Несколько хуже тип полудиаметральный, наихудшим являются радиальный и двухрадиальный.

По величине стойки наихудшими являются радиальные маршруты как наиболее короткие. Обратно, радиальные, как более короткие и не пересекающие центр, облегчают регулярность для тех трамваев, которые не принимают особых мер для поддержания регулярности в середине маршрута.

В крупных городах особо важное значение имеет вопрос о пропускной способности центра, и в этом отношении некоторые трамваи бывают вынуждены к частичной замене диаметральных маршрутов радиальными.

С точки зрения максимального использования вагонов — чем длиннее маршрут, тем, как правило, меньше неравномерность. На концах маршрутов всегда неизбежно наблюдается постепенное снижение нагрузки, в среднем, на протяжении 2—3 *км*, и только на расстоянии 2—3 *км* от

Рис. 145. Основные типы маршрутов.

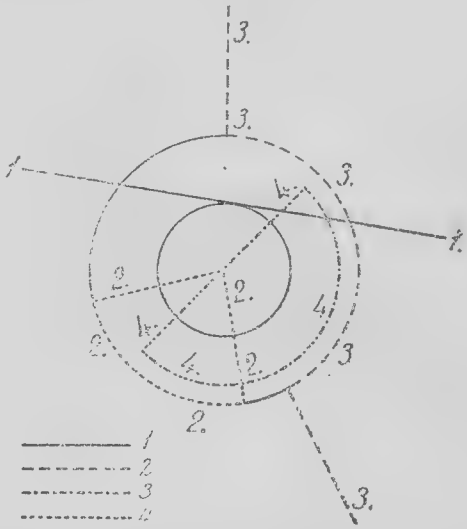


Рис. 146. Комбинированные типы маршрутов.

1. Тангенциальный. *2* Радиально-кольцевой, *3.* Диаметрально круговой, *4.* Диаметрально-полуокружной.

конца может быть полная нагрузка вагона. Поэтому, если принять даже, что на всей длине маршрута *l*, кроме этих последних концов, нагрузка равномерна и что на концах маршрута, по 2,5 *км* на каждой стороне, нагрузка падает равномерно до нуля, то коэфициент неравномерности будет как минимум

$$\eta = \frac{l}{l - 2{,}5}.$$

Таким образом, при $l = 5 - 7{,}5 - 10 - 15$

$$\eta = 2 - 1{,}5 - 1{,}33 - 1{,}20$$

Если взять типичный радиальный маршрут, то его график будет иметь вид трапеции, медленно спадающей в сторону окраины, и более круто — к центру. Если теперь сложить два радиальных маршрута с одинаковыми максимумами в один диаметральный, то пассажиры, пересекающие центр, могут быть перевезены за счет освобождающихся мест радиальных пассажиров, и в сложенном графике заполняется еще площадь треугольника (рис. 147). Диаметральный маршрут, таким образом, в принципе выгоднее радиального, но при одном условии — если обе сложенные половины имеют одинаковые максимумы. Если это не удается, то диаметральный маршрут может иметь очень высокий коэфициент неравномерности. Иногда же очень резко возрастает число пассажиров в центре маршрута.

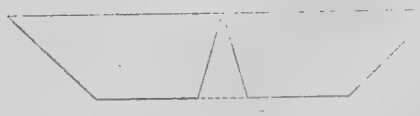


Рис. 147. Использование вагона на диаметральном маршруте по сравнению с двумя радиальными.

Регулирование плана сети с диаметральными маршрутами, несомненно труднее сети маршрутов радиальных, но зато и получаемый эффект для пассажиров и для предприятия может быть значительно выше.

Из этих противоречивых соображений можно сделать следующий общий вывод. Пока сеть данного города не перегружена, пока пропускная способность центральных узлов не исчерпана, предпочтительны маршруты диаметральные. Только, когда центр уже нагружен полностью и получаются чрезмерные задержки при проходе через него вагонов, можно искать выхода в радиальных и двухрадиальных маршрутах. Некоторые исключения представляют маршруты загородные. Здесь часто высказываются пожелания, чтобы в центре города был удобный посадочный пункт. Поскольку подобные маршруты и без того бывают очень длинны, представляется желательным, чтобы каждый сообщающийся с городом пригород имел по крайней мере один радиальный маршрут. Для маршрутов, имеющих на конце одноколейный участок, особо важное значение играет регулярность движения, и потому их иногда лучше доводить только до центра города, не пересекая последнего, так как прохождение через центр вызывает наибольшие задержки и нерегулярность.

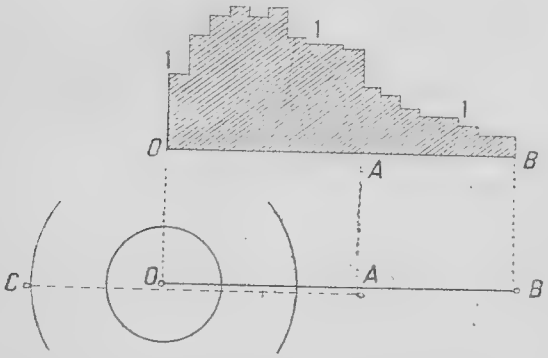


Рис. 148. Разгрузка радиального маршрута *OAB* в наиболее нагруженной части *OA* добавлением полудиаметрального маршрута *COA*.

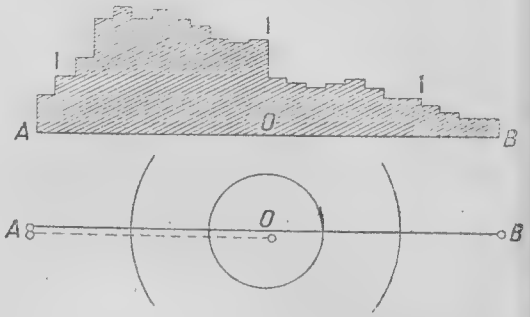


Рис. 149. Разгрузка диаметрального маршрута *AOB* добавлением радиального маршрута *OA* параллельно перегруженной половине.

В отношении маршрутов, соединяющих между собой окраины помимо центра, мы имеем выбор между кольцевыми маршрутами и окружными, составляющими часть круга. С точки зрения беспересадочности круговой маршрут несомненно лучше, чем, скажем, два окружных, каждый по половине круга, так как он дает еще дополнительные беспересадочные сообщения. При кольцевом маршруте стойку обычно совершенно доводят до нуля, и таким образом получается наиболее выгодное использование вагонов. Поэтому, в общем, кольцевые маршруты следует предпочитать окружным. Но трамваи, страдающие от нерегулярности движения, конечно, не могут допустить безостановочного движения по кругу; если же дать обычную выстойку, то теряется одно из преимуществ кольцевого маршрута и вызывается справедливое недовольство пассажиров.

Наконец, для соединения между собой окраин, не лежащих на одном радиусе или на одном кольце, значительную роль должны играть маршруты диаметрально-кольцевые, которые удобны также с точки зрения пропускной способности и позволяют часто решить задачу без менее выгодных радиальных маршрутов.

§ 61. Проверка целесообразности маршрутов

Подходя к практической работе по рационализации маршрутной системы в существующем городе, мы можем действовать двумя принципиально различными путями. При первом методе мы кладем в основу существующую маршрутную систему, анализируем ее со всех указанных точек зрения и вносим все поправки, необходимые для улучшения коэфициента неравномерности, пересадочного коэфициента и т. д. При другом методе мы исходим из имеющихся данных о пассажирах и заново подсчитываем маршрутную систему, руководствуясь теми же основными измерителями, но не принимая в расчет существующей системы.

При первом методе, прежде всего, нужно проверить значение каждого маршрута для беспересадочных сообщений, а также установить, какие новые сообщения он прибавляет по сравнению с суммой всех прочих маршрутов. Это легко видно в таблице 8 по тем клеткам, где сообщение устанавливается именно данным маршрутом. С другой стороны, надо постоянно иметь в виду, какие наиболее важные беспересадочные сообщения еще ждут своего осуществления. Иногда небольшое изменение в маршрутной системе, производимое без траты добавочных вагонов, может дать существенное увеличение беспересадочных сообщений.

Однако, такой просмотр еще не значит, что все маршруты, не дающие новых беспересадочных сообщений, должны быть отменены. Подобный маршрут может иметь значение для равномерной нагрузки вагонов на других маршрутах.

Необходимо особенно внимательно изучить неравномерность каждого маршрута и искать путей для ее исправления. Пути же эти могут быть самые разнообразные, в зависимости от случая.

Если радиальный, очень длинный маршрут имеет обычное падение числа пассажиров к окраине, то можно создать ему в помощь другой радиальный маршрут, не доходящий до самого конца линии, или же перекрыть данный радиальный маршрут полудиаметральным (рис. 148).

Очень часто диаметральный маршрут имеет неравномерность в двух половинах; тогда в помощь ему можно создать на более нагруженной половине радиальный маршрут (рис. 149), или переменить слабо нагруженный конец на другой, проходящий примерно в том же направлении, но нагруженный интенсивнее. Если замечается, что несколько маршрутов, проходящих совместно в каком-либо районе, в нем слабо нагружены по сравнению с другими их частями, то можно пожертвовать одним из этих маршрутов, сократив его длину и за этот счет улучшив нагрузку остальных (рис. 150). Это будет означать, что данный район по итогу своих пассажиров не оправдывает наличия стольких маршрутов. Если диаметральный маршрут особенно нагружен в центре, то можно создать ему в помощь полудиаметральный для разгрузки центра (рис. 151), или же направить другой диаметральный частично по его линии, в наиболее нагруженных участках. Последнее, однако, не всегда возможно, если предел пропускной способности центральных узлов уже достигнут. Если из двух диаметров на каждом перегружена одна половина, то можно дать еще диаметр или двурадиальный маршрут в помощь обоим.

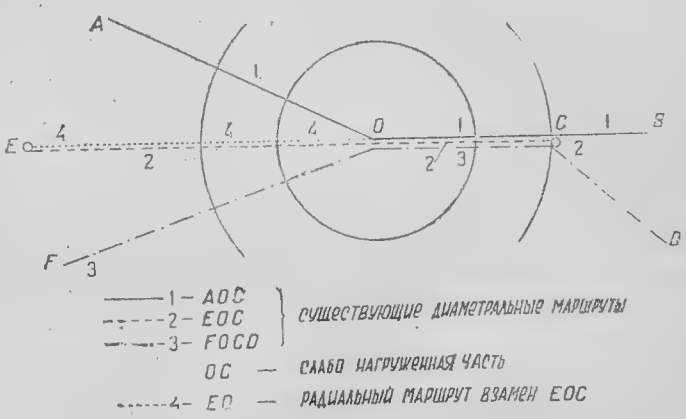


Рис. 150. Выравнение нагрузки слабо нагруженного участка для маршрутов путем сокращения одного из них

Очень часто маршрут, созданный для исправления неравномерности на существующем, не дает никаких новых сообщений. Требуется особое искусство комбинирования для того, чтобы при введении новых маршрутов одновременно дать и максимум беспересадочных сообщений и разгрузить существующие маршруты в наиболее нагруженных местах. Решение этой задачи должно исходить исключительно из данных местных условий. Нельзя забывать и вопросов пропускной способности. В Ленинграде и Москве, например, в настоящий момент прибавка диаметральных маршрутов уже почти невозможна, и приходится думать, впредь до постройки новых линий, преимущественно диаметрально-кольцевых или других маршрутах.

Желательно, чтобы всякое лечение существующей маршрутной сети производилась не хирургическим методом — ампутацией какого-либо мар-

шрута, а только прибавлением новых маршрутов и удлинением существующих, т. е. так, чтобы никто из пассажиров не потерял существующих беспересадочных сообщений.

Желательно производить изменения маршрутной системы по мере прибавки вагонов, что позволяет добавлять и удлинять маршруты, не повышая интервалов на существующих.

При введении новых маршрутов или удлинении старых не следует смущаться временными неудачами. Иной раз проходят месяцы, пока население привыкает к новому маршруту и усваивает его выгоды. По той же причине не следует производить изменений в маршрутной системе, особенно таких, которые нарушают существующие сообщения, не взвесив подробно всех сторон вопроса и не убедившись в том, что будущие преимущества окупят вероятные временные заминки. Вообще, приходится считаться с исторически сложившимися привычками населения, и всякие изменения вводить только постепенно.

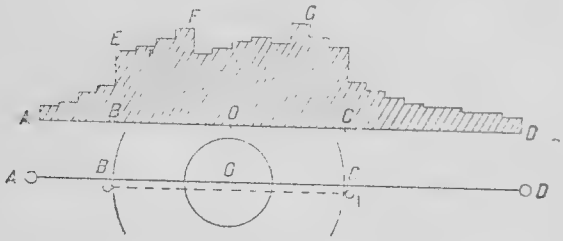


Рис. 151. Разгрузка диаметрального маршрута полудиаметральным при перегрузке первого в центральной части.

Таким путем можно практически подойти к удачной маршрутной системе. Но совершенно правильный и четкий взгляд на вопрос о наиболее целесообразной маршрутной системе для данного города можно получить только методом подсчета маршрутной системы заново. Для этого мы должны, прежде всего, иметь полную картину пассажирских потоков, в том числе и по поездкам, совершающимся с пересадкой. В большинстве случаев последнюю задачу можно решить только условно и гадательно, за неимением нужных статистических методов.

§ 62. Расчет маршрутной системы по заданным потокам

Предварительно мы должны условиться о том объеме перевозок, который мы хотим уделить каждому маршруту. Если брать очень редкое движение (мы выше приняли как максимум десятиминутный интервал, т. е. 6 отправок в час) и предположить при этом движение одиночкам й емкостью 30 человек в вагоне, то сумма перевозки в час в одном направлении составит не менее 180 пассажиров. Обратно, при очень густом движении трехвагонными составами емкостью порядка 180 человек при четырехминутном интервале, мы перевезем в час в одном направлении 2700 человек. Желательно при комбинировании маршрутов не выходить из данных рамок. Понятно, что в городе с очень густым движением на малой сети (Ленинград) мы будем стремиться к верхнему пределу, а при большой сети и малом числе пассажиров и вагонов, мы должны будем дать редкое движение малыми составами. Поэтому мы прежде всего для каждого города должны заранее примерно наметить возможные объемы составов и частоты движения и сообразно с этим установить местные пределы перевозок для маршрутов.

Ниже в главе 13 мы укажем, как, при заданной длине сети и маршрутном коэфициенте, определить наиболее целесообразную величину составов и частоту, в среднем. В ряде случаев число поездов задано по наличию, откуда и определяется средняя помаршрутная система. Допуская отклонения от средней величины состава и среднего интервала в ту или другую сторону, мы получаем практически приемлемые пределы. Для Ленинграда, например, задаваясь как минимум двухвагонными составами, при десятиминутном интервале, и как максимум — трехвагонными, при четырехминутном интервале, и принимая 45 человек в вагоне, получаем пределы — 540 и 2000 человек в одном направлении в час.

В дальнейших примерах кладем в основу маршруты с пределами 500 и 2500 пассажиров в час в одном направлении.

Сущность метода расчета изложим на примерах.

Пример 1. Сеть города имеет вид треугольной звезды. Обозначим узел через O, радиусы через 1, 2, 3; все остановки каждого радиуса обозначены той же цифрой (1, 2 или 3) (рис. 152).

Пусть полная таблица сообщений соответственно таблице 10 выражается прилагаемой треугольной таблицей 12, где цифры в отдельных клетках показывают в сотнях число пассажиров, проезжающих за час между соответствующими пунктами или группами пунктов. При этом для каждой цифры в расчет положен час максимума и направление максимального движения.

Само собою понятно, что сообщение $O - O$ пассажиров иметь не может, но сообщение 1 — 1, 2—2, 3—3, т. е. в пределах каждого радиуса, вполне возможно и дает определенные числа пассажиров, показанные на таблице (2, 16 и 3).

На каждом из радиусов максимальное число проезжающих пассажиров обычно бывает на последнем перегоне у центра, так как если при движении от окраины к центру часть пассажиров сойдет до центра, то еще больше войдет на близких к центру остановках. Получаем в итоге:

для радиуса 1: из пассажиров 1 — 0, 1 — 2 и 1 — 3, итого
$20 + 14 + 5 = 39$
для радиуса 2 : $30 + 14 + 3 = 47$
для радиуса 3 : $15 + 5 + 3 = 23$

Полученные цифры показаны на рис. 152. Как видим, в них цифры сообщений 1 — 1, 2 — 2 и 3 — 3 не входят.

Число вагонов, обращающихся на каждом из радиусов, должно быть достаточно для перевозки всех пассажиров данного радиуса. Наивыгоднейшее использование вагонов получается в том случае, когда имеется достаточное число их, и нет излишков вагонов.

При данной сети всего возможны 3 диаметральных маршрута и 3 радиальных, а именно: 1 — 2, 1 — 3, 2 — 3 и 1 — 0, 2 — 0, 3 — 0. Обозначим число предоставленных в час мест на каждом из них соответственно через

1 — 2 — a	0 — 1 — d
1 — 3 — b	0 — 2 — e
2 — 3 — c	0 — 3 — f

Рис. 152. Сеть в виде треугольной звезды.

При наличии всех 3 диаметральных маршрутов радиальные с точки зрения беспересадочных сообщений являются излишними. Мы попробуем поэтому вводить только диаметральные. Так как на радиусах 1, 2, 3 обращаются соответственно вагоны $a + b$, $a + c$ и $b + c$, то мы получаем:

$$a + b \leqslant 39$$
$$a + c \leqslant 47$$
$$b + c \leqslant 23.$$

Таблица 12

Таблица сообщений к схеме сети (фиг. 152)

	0	1	2	3
3	15	5	3	3
2	30	14	16	
1	20	2		
0	—			

Таблица 13

Таблица сообщений к сети города в виде треугольной звезды

	0	1	2	3
3	9	15	4	11
2	3	15	4	
1	31	3		
0	—			

Наивыгоднейшее использование вагонов будет тогда, когда во всех трех неравенствах будет стоять знак равенства,

При этом получаем

$$a = 31{,}5$$
$$b = 7{,}5$$
$$c = 15{,}5$$

Три диаметральных маршрута должны быть рассчитаны на перевозку этих количеств пассажиров. Маршрут на 750 пассажиров в час будет довольно слабым, но он все же вполне допустим (минимум был выше принят в 500 пассажиров в час).

Необходимо еще проверить, насколько число мест на каждом маршруте достаточно для перевозки тех пассажиров, которые именно в данном сообщении нуждаются, т. е. пассажиров, показанных в клетках 1 — 2, 1 — 3, 2 — 3 на таблице 12.

Не трудно убедиться, что полученное решение оказалось вполне удовлетворительным.

Пример 2. Такая же треугольная сеть, но количества пассажиров даны на прилагаемой треугольной таблице 13. Количества проезжающих пассажиров по отдельным радиусам получаются:

радиус 1 — 61
„ 2 — 22
„ 3 — 28

так что, повторяя предыдущие рассуждения и принимая только 3 диаметральных маршрута, получаем

$$a+b=61$$
$$a+c=22$$
$$b+c=28,$$

откуда

$$a=27{,}5, \qquad b=33{,}5, \qquad c=-5{,}5.$$

Отрицательное число пассажиров или вагонов естественно невозможно

Если положить $c=0$, тогда мы можем вышеприведенные неравенства писать так:

$$a+b=61,$$

откуда примерно

$$a=30$$
$$b=31,$$

и, следовательно,

$$a+c>22$$
$$b+c>28.$$

Рис. 153. Сеть в виде вытянутой линии с двумя петлями.

Это будет означать, что на участке 2 имеется излишек вагонов $30-22=8$, а на участке 3 излишек равен $31-28=3$. Использование вагонов будет явно неполное, каждый маршрут будет нагружен неравномерно. Помимо того, 300 пассажиров, проезжающих ежедневно из 2 в 3, вынуждены будут ездить с пересадкой.

Чтобы устранить последнее неудобство, можно будет пустить все же маршрут $c=2-3$. Во избежание слишком редкого движения, придется этот маршрут рассчитать на 500 пассажиров в час, и тогда на участках 2 и 3 будет уже излишек соответственно в 13 и в 7 единиц (сотен).

Чтобы улучшить положение и избежать неполной нагрузки вагонов, необходимо в данном случае ввести радиальный маршрут по наиболее загруженному радиусу 1, т. е. радиус $d=0-1$.

Тогда наши равенства принимают вид:

$$a+b+d=61$$
$$a+c=22$$
$$b+c=28.$$

Поскольку на четыре неизвестных три уравнения мы можем одно неизвестное выбирать произвольно. Намечаем в данном случае диаметр $c=5$, так что $a=17$, $b=23$, $d=21$.

В таком виде решение вполне удовлетворительное.

Можно выбрать $c>5$, но при этом следует учесть, что диаметры a и b должны быть достаточны для перевозки всех пассажиров $1-2$ и $1-3$, на что, сообразно треугольной таблице, требуется $a\geqq 15$, $b\geqq 15$. Сообразно с этим $c\leqq 7$. Выбирая $c=7$, получаем $a=15$, $b=21$, $d=25$. Это решение, пожалуй, несколько менее удачно, так как диаметр a получил вагоны в обрез на нуждающихся в нем пассажиров, а в то же время в него неизбежно будут случайно попадать и другие пассажиры. Поэтому лучше мириться с довольно редким движением на маршруте c.

Можно и наоборот — пожертвовать беспересадочным сообщением пассажиров $2-3$, сделав $c=0$. Тогда $a=22$, $b=28$, $d=11$, что дает более экономное решение, более частое движение по каждому маршруту, но зато увеличивает число пересадочных пассажиров.

Применяя анализ, изложенный в § 58, можно решить, оправдывается ли введение нового маршрута или нет. Конкретно в нашем случае получаем, что, при варианте $c=0$, $a=22$, $b=28$, $d=11$, полагая движение двухвагонными составами по 60 человек в вагоне, — все 9 500 пассажиров, из коих 400 пересадочных, прождут всего 11 260 мин., а при варианте $c=7$, $a=15$, $b=21$, $d=25$, те же 9 500 пассажиров прождут 13 949 мин. Излишек в 2 680 мин. не компенсируется уменьшением числа пересадочных на 400 человек, вследствие чего мы останавливаемся на более экономном варианте.

Пример 3. Сеть в виде вытянутой линии, но с двумя петлями посредине, позволяющими возвращать часть вагонов (рис. 153).

Треугольная таблица сообщений прилагается (табл. 14). В данном случае количество пассажиров, проезжающих на участках 1 и 5, определяется из таблицы сообщений, а именно на $1-36$, на $5-11$. Количество же пассажиров, проезжающих по участку 3, должно быть предметом особого анализа по отдельным остановкам этого участка. Пусть оно равно 50 на максимально нагруженном перегоне.

Всего в данном случае мыслимы следующие маршруты:

$$1-5=a$$
$$1-4=b$$
$$2-5=c$$
$$2-4=d$$

По числу подлежащих провозу пассажиров имеем

$$a+c=11$$
$$a+b=36$$
$$a+c+b+d=50.$$

Из первого уравнения мы видим, что лучше одним из этих маршрутов пожертвовать. Так как $1-5=a$, нужнее для беспересадочных сообщений, то, принимаем

$$c=0, \qquad a=11,$$

откуда

$$b=25 \qquad d=14.$$

Это решение и является наивыгоднейшим.

Таблица 14

Таблица сообщений к фиг. 153

	1	2	3	4	5
5	4	3	4	2	1
4	10	5	6	—	
3	21	7	10		
2	3	—			
1	5				

Таблица 15

Таблица сообщений к сети фиг. 154

	0	1	2	3	4
4	20	4	14	7	14
3	12	9	3	6	
2	8	11	12		
1	8	3			
0	—				

Пример 4. Сеть в виде креста с узлом в центре (рис. 154); прилагается таблица сообщений (в сотнях пассажиров в час) (таблица 15).

Количества пассажиров, проезжающих на отдельных радиусах, на перегонах, ближайших к узлу, составляет соответственно:

радиус $1 - 8 + 11 + 9 + 4 = 32$
„ $2 - 8 + 11 + 3 + 14 = 36$
„ $3 - 12 + 9 + 3 + 7 = 31$
„ $4 - 20 + 4 + 14 + 7 = 45$

Всего в данном случае мыслимы 10 маршрутов — 4 радиальных и 6 диаметральных или двурадиальных:

$a = 1 - 2$ $\quad e = 2 - 4$ $\quad h = 0 - 2$
$b = 1 - 3$ $\quad f = 3 - 4$ $\quad i = 0 - 3$
$c = 1 - 4$ $\quad g = 0 - 1$ $\quad k = 0 - 4$
$d = 2 - 2$

Если бы существовали все эти 10 маршрутов, то на каждом радиусе мы бы имели по 4 маршрута; при данных числах пассажиров на каждом из них получилось бы слишком редкое движение. Поэтому заранее отказываемся от радиальных маршрутов как лишних для пассажиров. Принимая все 6 диаметральных маршрутов, получаем следующие неравенства

Радиус $1 - a + b + c \geqq 32$
„ $2 - a + d + e \geqq 36$
„ $3 - b + d + f > 31$
„ $4 - c + e + f \geqq 45$

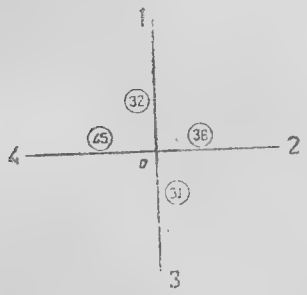


Рис. 154. Сеть в виде креста.

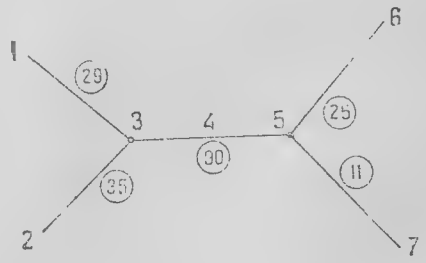


Рис. 155. Сеть из двух треугольных звезд.

Так как далее и по 3 маршрута на радиусе дают еще очень редкое движение (при поездах с прицепными), то можно откинуть некоторые наименее нужные диаметры. Это будет c и d, для которых числа пассажиров, страдающих от их уничтожения, будут только 400 и 300 (по таблицам сообщений). Имея $c = 0$, $d = 0$, получаем:

1) $a + b \geqq 32$
2) $a + e \geqq 36$
3) $b + f \geqq 31$
4) $e + f \geqq 45$

Складывая 1) и 4), получаем $a + b + e + f \geqq 77$.
Складывая 2) и 3), находим $a + b + e + f \geqq 67$.

Так как второе неравенство содержится в первом, то оно отпадает. Это значит, что излишки вагонов на радиусах 2) и 3) при данной конъюнктуре неизбежны. Для радиусов 1) и 4) превращаем неравенства в равенства:

$$a + b = 32$$
$$e + f = 45$$

Неравенства 2) и 3) остаются как неравенства

$$a + e > 36$$
$$b + f > 31$$

В этих пределах возможно много решений, например

$$a = 16$$
$$b = 16$$
$$e = 20$$
$$f = 25$$

или

$$a = 12$$
$$b = 20$$
$$e = 28$$
$$f = 17 \text{ и т. д.}$$

Для избежания лишних вагонов, мы в качестве второго варианта примем не 4 диаметральных маршрута, а 5, а именно: $d = 0$, $c \neq 0$. Даем этому маршруту минимальное допустимое число пассажиров: $c = 5$. Тогда получаем:

$$a + b + c = 32 \qquad 1)\ a + b = 27$$
$$a + e + d = 36 \qquad 2)\ a + e = 36$$
$$b + d + f = 31 \qquad 3)\ b + f = 31$$
$$c + e + f = 45 \qquad 4)\ e + f = 40$$

В этом случае сумма 1) и 4), так же, как и сумма 2) и 3), дают

$$a + b + e + f = 67$$

Это значит, что лишних вагонов можно нигде не иметь.

Таблица 16

Таблица сообщений к фиг. 155

	1	2	3	4	5	6	7
7	2	1	—	2	5	1	4
6	7	4	3	8	2	6	
5	2	3	11	18	—		
4	14	15	20	10			
3	3	11	—				
2	1	5					
1	3						

Таблица 17

Таблица сообщений для пл. Льва Толстого

	0	1	2	3	4
4	12	3	23	2	4
3	20	16	—	8	
2	5	1	—		
1	3	—			
0	—				

Превращаем все неравенства в равенства и получаем:

$$a + b = 27$$
$$a + e = 36$$
$$b + f = 31$$
$$e + f = 40$$

Одно из этих уравнений, например 4, вытекает из остальных трех, так что система уравнений неопределенная.

Примем, например,

$$a = 13$$

тогда

$$b = 14$$
$$e = 23$$
$$f = 17$$

или, например,

$$a = 10$$
$$b = 17$$
$$e = 26$$
$$f = 14$$

Недостаток этого варианта по сравнению с первым состоит в довольно редком движении на маршруте c. Преимущество — в уничтожении излишков. В самом деле, если принять длину всех четырех радиусов одинаковой, например, 1 *км*, то по первому варианту всего будет сделано $2a + 2b + 2e + 2f = 154$ единицам пробега; по второму же только $2a + 2b + 2c + 2e + 2f = 144$ тех же единиц.

При сравнительно не очень сложных сетях мы можем применять тот же метод непосредственного решения задачи всех маршрутов для всей сети.

Пример 5. Сеть из двух треугольных звезд с центральной улицей (рис. 155). Количества проезжающих по отдельным участкам пассажиров для радиусов 1, 2, 6, 7 определяются непосредственно из таблицы сообщений 16.

Так, например, на радиусе 1 будут пассажиры:

$$1-3,\ 1-2,\ 1-4,\ 1-5,\ 1-6,\ 1-7 = \text{итого } 29.$$

Радиус	2	имеет	35
	6	„	25
	7	„	11

Количество же пассажиров, проезжающих по центральной улице 4, не может быть определено непосредственно из таблицы сообщений. Из последней ясно, что через 4 проезжают все пассажиры $1-6$, $2-6$, $3-6$, $1-5$, $2-5$, $3-7$.

Помимо того, здесь проезжают пассажиры $4-1$, $4-2$, $4-3$, $4-5$, $4-6$, $4-7$. Однако, эти последние не должны просто складываться, а здесь требуется более детальный анализ, по отдельным остановкам. Пусть обработка этих подробных данных дает, как максимум для участка 4 величину 90.

Если исключить заранее радиальные маршруты $1-3$, $2-3$, $5-6$, $5-7$, то получим следующие диаметральные и полудиаметральные маршруты.

$a-1-6$	$d-2-6$	$g-3-6$
$b-1-7$	$e-2-7$	$h-3-7$
$c-1-5$	$f-2-5$	$i-3-5$

Имеем отсюда следующие неравенства:

$$\begin{array}{ll} 1 & a+b+e>29 \\ 2 & d+e+f>35 \\ 4 & a+b+c+d+e+f+g+h+i>90 \\ 6 & a+d+g>25 \\ 7 & b+e+h>11 \end{array}$$

Остановим сперва внимание на уравнение 7. На трех маршрутах перевозить всего 11 сотен человек в час несомненно очень невыгодно. Сокращаем лишний полудиаметральный маршрут $3-7$, а из двух диаметральных $7-1$ и $7-2$ оставляем только маршрут b, отказываясь от марш. e. При этом пострадают 100 пассажиров.

Таким образом $h=0$, $e=0$, $b>11$, принимаем $b=11$.

Переходим к уравнению 1. При $b=11$, получаем $a+c>18$. Чтобы не дробить, мы откидываем лишний полудиаметральный маршрут c, и получаем

$$a=18, \qquad c=0$$

Из уравнения 6 получаем, при $a=18$,

$$d+g=7.$$

Отбрасывая лишний полудиаметральный g, получаем

$$g=0, \qquad d=7.$$

Из уравнения 2 следует, с учетом $d=7$, $e=0$, что $f=28$.

Наконец, из уравнения 4, принимая все прежние выводы, находим $i=26$.

Всего имеем 5 маршрутов: 3 диаметральных, 1 большой полудиаметральный f и один малый i, обслуживающий только центр. При этой комбинации совершенно нет лишних вагоно-километров и не получает беспересадочного движения только 100 человек.

Рассматривая таким методом всю сеть в целом, можно решить вопрос сразу только для сетей не очень сложных, состоящих примерно из 10 или менее элементов. Таблица сообщений в этих случаях, как видно было на участке 4 в примере 5, является недостаточной для полного охвата материала; требуются еще более подробные данные по остановкам, чтобы на нерадиальных участках определить действительно максимальное количество проезжающих пассажиров данного участка.

Для больших и сложных сетей такой метод непосредственного решения задачи невозможен. Но здесь возможно достигнуть вполне удовлетворительных результатов путем постепенного решения для отдельных узлов сети. Идя от отдельных окраин к центру, мы постепенно рассматриваем ряд узлов, обычно крестообразных или треугольных. Для каждого из них мы проектируем проходящие маршруты подобно тому, как это сделано на примерах 1, 2 и 4. На каждом узле часто можно наметить 1, 2, 3 разных варианта. Разобравши все узлы города и начертив для каждого из них проектируемые маршруты, мы можем теперь соединить эти маршруты между собой так, чтобы получить сквозные маршруты, проходящие через ряд узлов и соединяющие не только близкие, но и дальние районы между собой.

Таков основной принцип данного метода. Разъясним его на нескольких примерах, взятых из ленинградской сети 1928 г. (рис. 156). Здесь, идя от окраины Новая Деревня к центру, мы попадаем, прежде всего на узел — площадь Льва Толстого (рис. 157).

Пример 6. Площадь Льва Толстого

Относя сюда же Петропавловскую петлю, мы получаем здесь крест, состоящий из 4 радиусов: на Новую Деревню, по проспекту Карла Либкнехта, по улице Льва Толстого к Кронверкскому проспекту. Петля, которую мы можем мыслить себе в самом узле, построена, так, что возвращение вагонов от Новой Деревни и от улицы Льва Толстого невозможно.

График сообщений дан прилагаемой треугольной таблицей 17. Радиусы 2, 3, 4 не самостоятельные, а составляют часть большой сети, и потому цифры в отдельных клетках имеют здесь

несколько специфическое значение. Так, например, цифра 3 в клетке 1 — 4 означает, что 300 пассажиров едут из Новой Деревни через площадь на проспект Карла Либкнехта, но при этом проспект Карла Либкнехта не для всех является целью поездки, а многие через него едут и дальше в другие части города.

Цифра 20 в клетке 0 — 3 означает, что 2 000 пассажиров едут в час максимума от площади к улице Скороходова и далее. Цифры же, поставленные в клетках 1 — 1, 2 — 2, 3 — 3, 4 — 4, в данном случае не означают внутреннего сообщения радиусов 1, 2, 3, 4, так как эти радиусы на самом деле уходят в центр города; их значение несколько особое. На примерах 1, 2, 4 мы, учитывая число пассажиров, проезжающих по отдельным радиусам, не принимали во внимание внутреннего сообщения каждого радиуса, так как по опыту известно, что на подобных радиусах максимум пассажиров всегда бывает на последнем перегоне.

Но поскольку здесь радиусы являются частью большой сети, весьма возможно, что, например на радиусе 4 больше всего нагружен не участок у данного узла, а участок у следующего узла (угол улицы Р. Люксембург и проспекта К. Либкнехта). Участок на радиусе 4 у самого узла 0 имеет следующие группы пассажиров: 0 — 4, 2 — 4, 3 — 4, 1 — 4, т. е. 12 + 3 + 23 + 2 = 40. Однако, на том же радиусе при подходе к улице Р. Люксембург имеется всего 4 400 пассажиров. Разница 4 и помещена в клетке 4 — 4. Точно так же и цифра 8 в клетке 3 — 3 означает, что на радиусе 3 максимальное число проезжающих пассажиров будет не 38, как у самого узла 0, а 46 на следующих перегонах.

Все цифры треугольной таблицы получены из фактического обследования, произведенного в мае 1926 г. Однако, поскольку в это время сообщения между радиусами 2 и 3, 3 и 4, 4 и 1, 1 и 2 не существовало, то цифры, наполняющие эти клетки, приняты несколько гадательно; соответственно пересчитаны и цифры радиальных пассажиров.

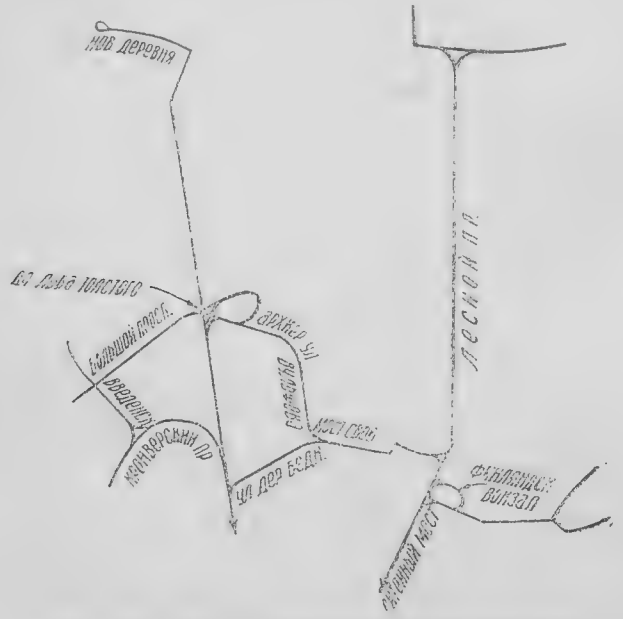


Рис. 156. Схема Ленинградской трамвайной сети.

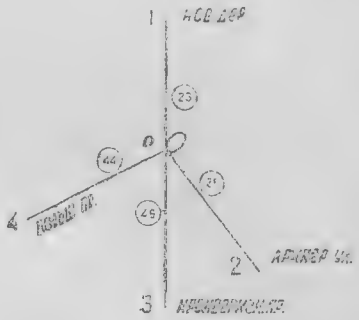


Рис. 157. Узел пл. Льва Толстого (Ленинград).

Так как угол между 2 и 3, а также между 3 и 4 довольно острый, то эти сообщения вряд ли могут потребоваться; они невозможны по расположению узла. Точно так же невозможны, как сказано, радиусы 0 — 1 и 0 — 2.

Всегда возможны только следующие маршруты:

$$1-2=a \qquad 2-4=d$$
$$1-3=b \qquad 0-3=e$$
$$1-4=c \qquad 0-4=f$$

Таким образом, исходя из данных количеств пассажиров, имеем

$$1 \quad a+b+c \geq 23$$
$$2 \quad a+d \geq 29$$
$$3 \quad b+e \geq 46$$
$$4 \quad c+d+f \geq 44$$

Для оценки уравнения 1 учтем еще, что сообщение $1-3=b$, на основании таблицы сообщений, должно быть рассчитано не менее, чем на 1 600 пассажиров. Так как при условии экономной работы вагонов, на долю a и c вместе остается только 700 пассажиров, то возможен только один из этих маршрутов, и то довольно слабый; но можно также отбросить оба эти маршрута. Рассмотрим 3 варианта.

Вариант 1 $a=0$, $c=0$ $b=25$.

Тогда $d=29$ $l=25$ $f=15$.

При этом обозначения d и e вовсе не должны соответствовать одному маршруту; это может быть пачка маршрутов, которая в данном узле проходит одинаково, а на следующих разветвляется далее.

Вариант 2. Принимаем только маршрут $a=0$, маршрут $c \neq 0$, $c=7$, тогда $b=16$, и отсюда

$$d=29, \quad e=30, \quad f=8.$$

По сравнению с первым вариантом пришлось бы ввести два слабых маршрута c и f, но зато увеличилось бы число беспересадочных пассажиров.

Вариант 3). Принимаем $c = 0$, но $a = 0$, $a = 7$. Тогда

$$b = 16, \quad e = 30, \quad f = 22, \quad d = 22.$$

Это означает направление маршрута от Новой Деревни на улицу Льва Толстого. Тогда разгрузится маршрут b и усилится e, как и в варианте 2. Маршрут же d разгрузится и вместо этого придется усилить f.

Все полученные решения имеют смысл только при данном объеме движения. Если пропорционально увеличить все цифры, то возможно будет допускать такие маршруты, которые при настоящем объеме движения не оправдывают себя.

Для окончательного выбора решения из указанных трех вариантов, следует произвести расчет суммарного времени ожидания для всех 9 700 пассажиров, показанных в таблице. При варианте 1 (принимая поезда емкостью 120 человек) получается всего 11 270 мин. и 600 пересадочных, при варианте 2 — 13 180 мин. и 300 пересадочных, при варианте 3 — 13 350 мин. и 500 пересадочных. Нет сомнений, что преимущества, даваемые 2 и 3 вариантами, не окупаются, и потому надо остановиться на 1-м. Это еще раз подтверждает прежнюю мысль, что давать маршруты во все направления бесполезно.

Рис. 158. Узел уг. ул. Дерев. Бедноты и Вульфовой ул. (Ленинград).

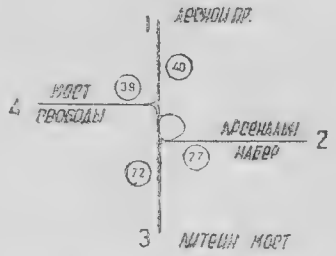


Рис. 159. Узел Финляндского вокзала. (Ленинград).

От этого узла идем на восток.

Пример 7. Угол Вульфовой улицы и улицы Деревенской Бедноты (рис. 158). Со стороны площади Льва Толстого сюда подходит маршрут d.

Таблица сообщений здесь имеет довольно простой вид, так как этот узел своего большого оборота не имеет. На отдельных участках получаем (табл. 18)

участок 1 — 29
„ 2 — 35
„ 3 — 10

Решение, как можно сразу определить, получается следующее:

маршрут $1 - 2\ (f + d) = 29$
„ $3 - 2\ g = 10$

На участке 2 небольшой излишек вагонов неизбежен.

Следуя далее на восток, мы подходим к крупному ключу Выборгской стороны — узлу Финляндского вокзала.

Пример 8. Узел Финляндского вокзала (рис. 159). Таблица сообщений прилагается (табл. 19). И здесь некоторые ее элементы за отсутствием данных о пересаживающихся в данном узле пассажирах приняты на-глаз. Количества проезжающих по отдельным радиусам составляют:

Радиус 1 — 40
„ 2 — 27
„ 3 — 72
„ 4 — 39

Таблица 18

Таблица сообщений для узла ул. Вульфовой и ул. Деревенской Бедноты

	0	1	2	3
3	2	—	8	—
2	—	27	—	
1	—	2		
0	—			

Таблица 19

Таблица сообщений для узла Финляндского вокзала

	0	1	2	3	4
4	13	9	3	2	12
3	30	21	15	4	
2	6	3	—		
1	7	—			
0	—				

Со стороны радиуса 4 сюда подходят маршруты d и g. В отношении к данному узлу они могут иметь разное направление. Поэтому вводим для данного узла новые обозначения.

Так как радиусы 1 и 2 ведут на окраины, то маршруты $0-1$ и $0-2$, а также $1-2$ мы заранее исключаем.

Остальные обозначаем:

$$1-3-h \qquad 3-4-n$$
$$1-4-k \qquad 0-3-p$$
$$2-3-l \qquad 0-4-q$$
$$2-4-m$$

Таким образом имеем:

$$h+k=40$$
$$l+m=27$$
$$h+l+n+p=72$$
$$k+m+n+q=39$$

Четыре уравнения с семью неизвестными дают довольно много свободных возможностей.

Увязка с линиями, идущими от запада, требует, чтобы $k+m+n+q=g+d=10+29$. Во избежание слишком большого дробления маршрутов, несомненно, что из четырех маршрутов, k, m, n, q один должен отпасть, один должен быть равен $g=10$, сумма остальных двух должна быть равна 29. В качестве первого варианта попробуем обойтись без радиального маршрута q $(-0-4)$, т. е. делаем $q=0$. Далее принимаем k $(1-4)=g=10$. Остается $m+n=29$. С другой стороны из формулы $l+m=27$, учитывая, что сообщение m не очень важно (300), а l гораздо важнее (1 500), мы пробуем $m=8$, $l=19$, $n=21$, $h=30$. При этом получается $p=2$, что неудобно. Принимаем $p=0$, $q=0$, $k=10$, откуда $h=30$, $l+m=27$, $l+n=42$, $m+n=29$, $m=7$, $l=20$, $n=22$. Возможен и ряд других вариантов, с большим или меньшим числом пересадок. Для выбора между ними ориентируемся на местные условия и, кроме того, производим анализ времени ожидания.

Таким образом мы шаг за шагом разберем все узлы сети и для каждого составим один или несколько вариантов. Иногда бывает целесообразно для двух близких узлов сразу найти единое решение (как в примере 5).

Второй этап работы состоит в комбинировании всех узлов в единую систему маршрутов. Если эти отдельные маршрутные элементы уже рассчитаны на отсутствие лишних пробегов, на максимальное использование вагонов, то при комбинировании их в целые маршруты мы также получим равномерную нагрузку каждого маршрута на разных его участках.

При комбинировании этих отдельных маршрутных элементов в целые маршруты мы должны:

1) иметь в виду необходимость соединять воедино только элементы точно или приблизительно одинакового веса (как это показано на примере 8);

2) давать максимум беспересадочных сообщений для пассажиров дальнего следования. Для этого необходимо предварительно сразу ознакомиться со всей сетью и иметь цифры и представления о необходимых беспересадочных сообщениях по всей сети.

В некоторых случаях бывает целесообразно рассмотреть всю сеть группами по 3—4 узла, пропустить сквозные маршруты через эти группы и затем группы соединить в единую сеть. В этой последней стадии часто бывают возможны несколько вариантов, из коих каждый состоит из маршрутов с одинаковым наполнением по всей длине и с одинаковыми решениями для каждого отдельного узла, но в корне различными по соединению дальних районов.

Такой полный просчет сети проведен автором для ленинградского трамвая, по данным 1929 г. и в итоге получились два параллельных, примерно равноценных варианта. Оба они дают большую степень равномерности по длине маршрута и экономию вагонов против существующей сети приблизительно на 15%.

При использовании подобных коренных пересчетов всей маршрутной системы следует иметь в виду еще исторический момент. Всякий новый маршрут воспринимается населением медленно и постепенно. Коренная ломка всей маршрутной системы и замена всех маршрутов новыми, хотя и способна дать в итоге значительные удобства и экономию, но временно, на месяцы, вызовет значительные заминки. Поэтому, имея расчетную маршрутную систему, как идеал, лучше приближаться к нему путем систематических изменений маршрутов и по возможности не уничтожением существующих сообщений, а прибавлением новых. Планомерная работа в этом направлении в течение значительного времени в состоянии существенно улучшить маршрутную систему и приблизить ее к идеалу. При таком методе работы

лучше всего идеальную систему рассчитать с учетом роста движения на некоторое время вперед и, кроме того, при выборе разных вариантов по возможности ориентироваться на существующие маршруты, допуская не ломку их, а добавку и удлинение.

Разберем, наконец, еще особый случай, возникающий довольно часто в трамвайной практике, когда необходимо разрешить вопрос о выборе конечных пунктов для маршрутов.

§ 63. Выбор точек возврата маршрутов

На длинных окраинных и пригородных линиях наблюдается постепенное уменьшение пассажирского потока от центра к концу линии. Так, например, линия, идущая в Ленинграде (рис. 160) от площади Восстания в Володарский район, имеет прилагаемый график пассажиров. Если по такой линии направлять только один маршрут или направлять несколько, но доводить их все до конца линии, то придется число вагонов по этим маршрутам рассчитать на полное количество пассажиров, наблюдаемое у самого начала ветви. По мере

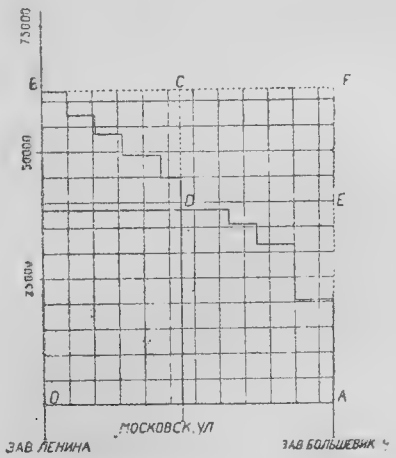


Рис. 160. Определение наиболее выгодной точки возврата маршрута для участка трамвайной линии зав. Ленина—зав. Большевика в Ленинграде.

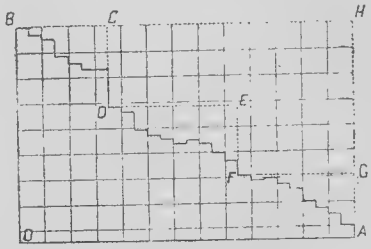


Рис. 161. Определение наиболее выгодных точек возврата для 2-х маршрутов.

приближения к концу вагоны будут ходить все более пустыми; коэфициент неравномерности, например, при прямолинейном падении нагрузки до нуля доходит до 2. Поэтому во всех случаях, когда общее количество пассажиров это позволяет, в данный район дают 2, 3 маршрута, иногда и более, из которых только один доходит до конца линии, другой доходит до какой-то промежуточной точки и т. д.

Вопрос состоит в выборе точек возвращения вагонов, где и должны быть устроены петли или разъезды.

Пусть по количеству пассажиров мы считаем возможным иметь только один маршрут, возвращающийся, не доходя до конца линии, например в точке *D* (график 160). При этом маршрут, идущий до конца линии, должен быть рассчитан на число пассажиров, непосредственно следующее за точкой *D*. Маршрут же добавочный рассчитывается на разницу между числом пассажиров у центра и числом пассажиров дальнего маршрута; общее число требуемых пассажиро-километров, а следовательно, и вагоно-километров будет равно ступенчатой площади *OBCDEAO*, тогда как при наличии одного только маршрута затраченные вагоно-километры были бы пропорциональны площади *OBFAO*. Таким образом, добавка короткого маршрута дает экономию вагоно-километров, пропорциональную площади *CFED*. Точка *D* должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы площадь *CFED* была максимальной, что можно определить на-глаз, а в случае надобности проверив вычислением, применяя разные варианты.

Если кривая *BDA* есть прямая линия, то точка *D* лежит как-раз на половине пути.

Если число пассажиров *OB* позволяет дать три маршрута разной длины, то точки *D* и *F* (рис. 161) должны быть подобраны так, чтобы площадь *CDEFGHC* была максимальной.

При прямолинейном графике это будет достигнуто, когда всю линию разделят на три равные части.

Естественно, что точки возврата преимущественно попадут в остановки с бо́льшим оборотом пассажиров.

Глава 13

НАРЯД ВАГОНОВ

§ 64. Постановка вопроса

Имея заданную систему маршрутов, мы приступаем к составлению наряда вагонов.

Наряд есть то главное задание, на основании которого составляется уже точное расписание по каждому маршруту, с указанием всех отправок каждого отдельного вагона.

При правильном составлении наряда мы имеем в виду, прежде всего, наилучшее использование вагонов. Каждый маршрут должен получить число вагонов, соответствующее количеству проезжающих на нем пассажиров.

Вагоны должны быть разбиты по сменам и по часам с тем, чтобы число вагонов в каждый период времени соразмерялось с количеством пассажиров за данный час. Выпуск вагонов на данный маршрут из того или другого парка устанавливается таким образом, чтобы получить минимум непроизводительного пробега.

Исходя из приведенных выше колебаний нагрузки, наряд должен меняться по сезону, по часам и маршрутам. При наличии многих учреждений и предприятий работающих на прерывке, часто в совместный день отдыха требуется особый наряд.

Все наши трамваи в СССР находятся в периоде роста. Растет число пассажиров, растет выпуск вагонов, скорость движения, строятся новые линии, создаются новые маршруты. За всеми этими изменениями должен следить наряд.

Мы видим, как сложна и многообразна работа по составлению наряда, какое громадное количество разных переменных элементов она должна учесть и в то же время, какое решающее значение она имеет для всей работы предприятия. При заданной сети и заданной системе маршрутов правильное составление наряда, в первую очередь, решает вопрос как о наилучшем удовлетворении потребностей пассажиров и о максимальном доходе, так и об экономнейшем расходовании труда и средств.

Составление наряда часто производится, как и многие другие важнейшие работы трамвая, „на-глаз“.

От такого решения вопросов движения необходимо решительно предостерегать. Точный цифровой материал должен быть основной здоровой базой для наряда.

Конечно, при установлении новых маршрутов, при открытии новых линий, при изменении сезонных или социальных условий приходится некоторое время определять некоторые элементы наряда вперед, гадательно, и, следовательно, только „на-глазок“. Но нужно стараться возможно скорее проверить эти гадательные предположения опытом, цифрами.

Для составления наряда, поскольку маршрутная система уже задана, нам важно только определить число вагонов и составы поездов за каждый период времени по каждому маршруту. Для этой цели данные об остановках, об отдельных перегонах между остановками — излишни. Вполне достаточно иметь по каждому маршруту за каждый час и в каждом направлении данные о проезжающих пассажирах в нескольких точках, примерно через 2—2,5 *км*, т. е. данные, показанные на рис. 133 и получаемые наблюдениями самих кон-

дукторов или специальных агентов на линии или путем обработки кондукторских записей.

Получив, таким образом, необходимые цифры, мы должны назначить число вагонов в движении за каждый период времени на каждом маршруте. Эта работа и является наиболее ответственной. Оказывается, что в таком, казалось бы, простом вопросе заранее неясен основной подход к решению.

Можно, например, определить для каждого маршрута среднее арифметическое число проезжающих пассажиров по всем имеющимся пунктам в обоих направлениях за все часы, а потом направить вагоны по маршрутам, исходя из этого среднего. Если при этом мы имеем в запасе достаточное число вагонов, то мы должны были бы при определении количества их на каждом маршруте исходить из специально заданной нормы для среднего наполнения вагона и определить число вагонов на маршруте так, чтобы получить эту норму. Лишние вагоны останутся в запасе. Если же у нас число вагонов ограничено, и их недостаточно (как это имеет место на большинстве трамваев СССР), то мы постараемся несомненно все вагоны выпустить на линию для наилучшего обслуживания населения и распределим их по маршрутам так, чтобы среднее дневное наполнение было одинаково.

Однако этот метод ни в коем случае нельзя рекомендовать даже в качестве первого приближения. Вследствие резких колебаний по часам, направлениям и участкам, дающим для разных маршрутов разную картину, мы получим самое разное фактическое наполнение вагонов по маршрутам.

Если мы распределим вагоны, исходя из некоей средней за весь день нормы, например 20 человек в вагоне, то на маршруте с малой неравномерностью максимальное наблюдаемое наполнение будет только 30—40, на маршрутах же с резкими максимумами мы будем иметь сплошь и рядом в отдельных точках 80—100 человек в вагоне. Такое положение, конечно, недопустимо, крайне неудобно для всех пассажиров в целом и невыгодно для предприятия.

Можно было бы поступать и обратно — исходить при составлении наряда именно из наибольших часовых потоков, отыскивая по каждому маршруту час, направление и участок максимума, и давать вагоны на каждый маршрут с таким расчетом, чтобы в эти часы и участки наполнение равнялось заданной норме. На остальных участках данного маршрута наполнение будет уже меньше, а в остальные часы можно уменьшать выпуск до необходимого за каждый час размера. Если же вагонов мало, недостаточно, то мы будем их распределять между маршрутами с таким расчетом, чтобы в момент и в точке максимума получать на всех их одинаковое наполнение, скажем 70 человек в вагоне, а в остальные часы снижать выпуск вагонов, но уже исходя из малой нормы, примерно 35—40 человек в вагоне.

Этот метод уже значительно лучше: он предохраняет нас от особо резких переполнений на отдельных маршрутах и гарантирует, что нигде цифра в 70 человек в вагоне не будет превышена. Он дает правильное указание на то, когда и насколько можно сбавлять число вагонов на линии. Но он может дать преувеличенное значение отдельным максимальным цифрам, особенно в тех случаях, когда этот максимум продолжается очень недолгое время или на очень небольшом отрезке маршрута.

Мы можем применять и комбинированные решения: распределять вагоны пропорционально числу пассажиров в час максимума, но в среднем за весь маршрут в оба направления или, наоборот, по среднему за весь день, но в наиболее загруженном участке. Эти комбинации страдают недостатками и того и другого метода.

Правильный подход к вопросу о разверстке вагонов по маршрутам получится, если соображения, изложенные в главе 11, будут последовательно применены к более сложным случаям, заполняющим практику трамваев. Для этого постепенно переходим от более простых к более сложным случаям.

§ 65. Разбор разных случаев

Случай 1. Имеется всего один маршрут с равномерным движением в течение всего дня, но неравномерный по длине маршрута и по направлению. Число вагонов не ограничено, а определяется экономическими соображениями (график 132).

Предположим, что, пользуясь методами главы 11, мы остановимся, учитывая все факторы, на наполнении 45 как наиболее выгодном. Что это будет означать в применении к настоящему случаю? Где именно нужно держать наполнение 45? Если дать вагоны из расчета того, чтобы норма составляла среднее наполнение по всей длине маршрута в оба конца, то в отдельных точках получатся очень большие наполнения. Обратно, если норму дать в точке максимума, то по всей длине маршрута вагоны будут ходить слабо нагруженными.

Правильное решение задачи сводится к тому, чтобы сумма неудобств пассажиров и расходов трамвая были минимальны. Но здесь неудобство будет разное в разных частях маршрута и в разных направлениях.

Суммарное неудобство получится, если мы всю двойную длину маршрута разобьем на мелкие участки и для каждого такого участка число пассажиро-километров помножим на величину неудобства.

Пусть $R=f(l)$ есть кривая пассажиров. Кривая наполнения $r=f(l)$ идет пропорционально числу пассажиров, и определяется по формуле

$$r=\frac{2RL}{K},$$

где $K=\lambda\cdot W\cdot v_l$ число вагоно-километров в час.

Здесь за каждый участок пути dl мы неудобство пассажира оценим величиной вида $\alpha(r-r_0)$, где r_0 — комфортабельное наполнение; возможно также, что правильная криволинейная зависимость вида $\beta(r-r_0)(r+r_0)$, или в общем виде $f(r)$, и, следовательно, для R пассажиров суммарное неудобство равно $R\cdot f(r)\cdot dl$. За весь маршрут в оба конца $\int\limits_0^{2L} R\cdot f(r)\cdot dl$.

Характер кривой $f(r)$ в том или ином виде таков, что интеграла в общем виде ни аналитически, ни графически получить нельзя, если неизвестно число вагонов W. Поэтому для упрощения расчетов можно предложить формулу упрощенного вида типа $\gamma\cdot r^\lambda$. На рис. 162 показаны для вагона с $r_0=30$, $r_{\max}=114$, кривые $\alpha(r-r_0)$, $\beta(r-r_0)(r+r_0)$ и заменяющие кривые $\gamma\cdot r^3$ и $\gamma\cdot r^2$. Мы видим, что γr^3 довольно хорошо приближается к кривой изогнутой вниз $\beta(r+r_0)(r-r_0)$, а $\gamma' r^2$ к прямой $\alpha(r-r_0)$. Для вагонов с большим числом сидячих и малым числом стоячих мест подходящими будут кривые вида $\gamma'\cdot r^4$, $\gamma' r_5$ и т. д.

Так, например, если взять типичный американский двухосный вагон, то для него, при 36 сидячих местах, имеем $r_0=45$, $r_{\max}=80$. Кривые $d(r-45)$ и $\beta\cdot r(r-45)$ показаны на рис. 163. Лучше всего к последней кривой подходит кривая $\gamma''\cdot r^4$, которая, опять-таки при $r=40-45$ дает небольшое неудобство. Применение подобной кривой приводит к тому, что мы и для наполнений меньше r_0 как будто имеем неудобство пассажира. Но по всем имеющимся кривым, и даже для $\gamma\cdot r^2$, эта ошибка очень невелика.

Введение заменяющей формулы $\gamma\cdot r^\lambda$ позволяет теперь решить задачу аналитически.

Суммарное неудобство пассажира будет за один полный оборот

$$\int\limits_0^{2L} R\gamma r^\lambda\cdot dl=\int\limits_0^{2L} R\cdot\gamma\left(\frac{R\cdot 2L}{W\cdot\lambda\cdot v_e}\right)^\lambda\cdot dl=\gamma\left(\frac{2L}{K}\right)^\lambda\int\limits_0^{2L} R^{\lambda+1}dl.$$

на вагоно-километр получаем

$$\gamma\cdot\left(\frac{2L}{K}\right)^\lambda\cdot\frac{1}{2L}\int\limits_0^{2L} R^{\lambda+1}dl.$$

Для любого графика $R=f(l)$ мы можем ввести понятие средней величины $(\lambda+1)$-й степени $R_э$, определяемой тем условием, что

$$R_э^{\lambda+1}=\frac{1}{2L}\int\limits_0^{2L} R^{\lambda+1}dl$$

наподобие средней арифметической

$$R_m=\frac{1}{2L}\int R dl$$

или средней квадратической

$$R_q^2=\frac{1}{2L}\int R^2 dl.$$

Эту среднюю называем **средним эквивалентным числом пассажиров**. Соответственно среднее эквивалентное наполнение

$$r = \frac{R_э \cdot 2L}{K}.$$

Таким образом, неудобства пассажиров на вагоно-километр равны в среднем

$$\gamma \cdot \left(\frac{2L}{K}\right)^{\lambda} \cdot R_э^{\lambda+1} = \gamma \left(\frac{2LR_э}{K}\right)^{\lambda} \cdot R_э = \gamma R_э r_э^{\lambda}$$

Суммарное неудобство получается такое же, как если бы мы имели совершенно равномерный график с числом пассажиров $R_э$ и наполнением $r_э$, чем и объясняется название „эквивалентное".

Если текущие расходы предприятия на вагоно-километр равны a, капитальные затраты на вагон — A, процент на капитал η, число километров пробега на вагон в год — K', то суммарный расход предприятия на вагоно-километр равен

$$a + \frac{A \cdot \eta}{K'}.$$

Следовательно, сумма на вагоно-километр

$$\gamma \cdot R_э r_э^{\lambda} + \left(a + \frac{A \cdot \eta}{K}\right)$$

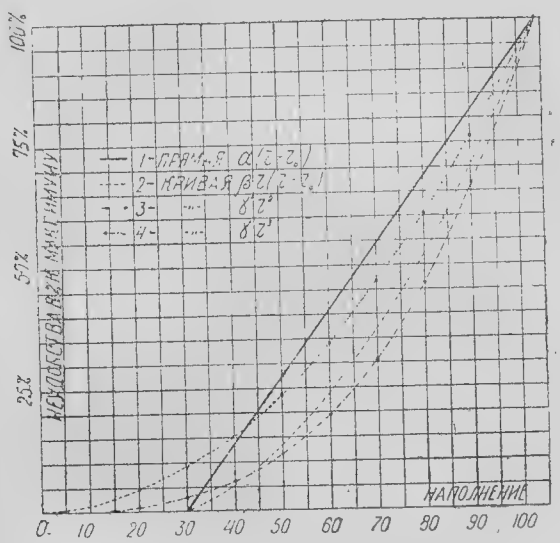


Рис. 162. Ориентировочные кривые неудобств пассажиров в зависимости от наполнения вагона для нормального двухосного вагона на 24 сидячих места.

1. Прямая $\alpha\,(r-r_0)$, *2.* Кривая $\beta(r-r_0)$, $(r+r_0)$ *3.* Кривая $\gamma\, r^2$, *4.* Кривая $\gamma\, r^3$.

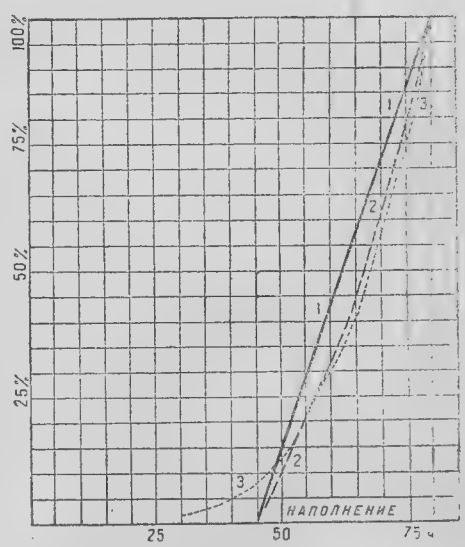


Рис. 163. Кривые неудобств в зависимости от наполнения для американского вагона на 36 сидячих мест.

1. Прямая $\alpha\,(r-r_0)$, *2.* Кривая $\beta r\,(r-r_0)$, *3.* Кривая $\gamma\, r^4$.

или сумма за весь период в оба направления

$$\gamma R^э \cdot r_э^{\lambda} \cdot 2L + K\left(a + \frac{A\eta}{K'}\right)$$

должна дать минимум.

Пишем это выражение:

$$\gamma \cdot R_э \cdot r_э^{\lambda} \cdot 2L + \frac{R_э \cdot 2L}{r_э} \cdot \left(a + \frac{A\eta}{K'}\right) = \min.$$

Дифференцируя, имеем

$$\gamma \cdot \lambda \cdot r_э^{\lambda-1} - \frac{a + \frac{A\eta}{K'}}{r_э^2} = 0; \; r_э = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a + \frac{A\eta}{K'}}{\gamma^{\lambda}}}.$$

Если для случая равномерного числа пассажиров в расчеты главы 11 внести, вместо формулы $\alpha\,(r - r_0)$ или $\beta\,(r - r_0) \cdot r$, заменяющее уравнение $\gamma \cdot r^{\lambda}$, то наполнение по всей длине маршрута должно было бы быть $r = \sqrt[\lambda]{\frac{1}{\lambda}\left(a + \frac{A\eta}{K'}\right)}$, т. е. при неравномерном наполнении по

длине маршрута среднее эквивалентное наполнение должно равняться той норме, которую мы бы дали при равномерном наполнении.

Среднее эквивалентное число пассажиров или наполнение всегда выше среднего арифметического. Это будет величина, лежащая всегда между максимумом и средним арифметическим. Таким образом, среднее арифметическое наполнение будет ниже вышеназванной нормы, а максимальное наполнение — выше нормы.

Мы получили, таким образом, вполне правдоподобный ответ на вопрос, поставленный в начале обсуждения настоящего примера: мы не должны равняться ни на точку максимума, ни на среднее арифметическое, а на величину, лежащую между обоими этими величинами.

Случай 2. Дана сеть с рядом маршрутов, из которых в каждом свой график распределения пассажиров по длине маршрута, число же вагонов задано, но недостаточно. (Если бы вагонов было достаточно, мы бы имели для каждого маршрута случай 1). Неравномерности по часам не наблюдается.

Здесь мы имеем задачу не на определение наивыгоднейшего наполнения вагона, а на распределение вагонов. Расходная сторона не играет роли, поскольку число вагонов задано. Но здесь можно путем переброски вагонов с одного маршрута на другой увеличивать нагрузку на одном и уменьшать на другом. Какое распределение даст наименьшую сумму неудобств для пассажиров в итоге?

Обозначим:

длины маршрутов через

$$L_1, L_2 \ldots L_n;$$

продолжительность пробега со стоянкой

$$t_1, t_2 \ldots t_n;$$

количества вагонов на каждом

$$W_1, W_2 \ldots W_n;$$

количества проезжающих пассажиров

$$R_1 = f(l_1), R_2 = f(l_2) \ldots;$$

вагоно-километров в час

$$K_1, K_2 \ldots K_n$$

Тогда для каждого из маршрутов вычисляем $R_{э_1}$ $R_{э_2} \ldots$ (эквивалентное число проезжающих пассажиров). Если при заданном общем числе вагонов каждому маршруту дать соответственно по W_1 W_2 . W_n вагонов, то среднее эквивалентное наполнение на них составит соответственно

$$r_{э_1} = \frac{R_{э_1} \cdot 2L}{K_1}, r_{э_2} = \frac{R_{э_2} \cdot 2L_2}{K_2} \ldots$$

а общее неудобство на каждом будет

$$\gamma \cdot R_{э_1} \cdot 2L_1 \cdot r_{э_1}^{\lambda} + \gamma_1 \cdot r_{э_2}^{\lambda} \cdot 2L_r \cdot R_{э_2} \ldots$$

так что суммарное неудобство, которое должно дать минимум, будет

$$(R_{э_1} \cdot 2L_1 \cdot r_э^{\lambda} + R_{э_2} \cdot 2L_2 \cdot r_{э_2}^{\lambda} + \ldots) = \min$$

или

$$\frac{(2R_{э_1} \cdot L_1)^{\lambda+1}}{K_1^{\lambda}} + \frac{(2R_{э_2} \cdot L_2)^{\lambda+1}}{K_2^{\lambda}} + \ldots = \min$$

при условии, что $K_1 + K_2 + \ldots + K_n = K =$ равно заданной сумме вагоно-километров, определяемой из общего числа вагонов. Нетрудно показать, что это выражение станет минимумом тогда, когда

$$\frac{2R_{э_1} \cdot L_1}{K_1} = \frac{2R_{э_2} \cdot L_2}{K_2} = \ldots$$

или

$$r_{э_1} = r_{э_2} = r_{э_3} = \ldots r_{эn}.$$

Минимальная сумма неудобств для всех пассажиров получится тогда, когда среднее эквивалентное наполнение для всех их будет одинаково.

Это достигается следующим образом: для каждого маршрута умножаем среднее эквивалентное число проезжающих пассажиров на удвоенный пробег рейса, измеренных в минутах или часах ($2R_{э1} \cdot t_1$; $2R_{э2} \cdot t_2 \ldots$) и сумму этих произведений делим на имеющееся общее число вагонов W; тогда получаем возможное эквивалентное наполнение $r_э$. Если это число меньше той нормы, которую мы считали бы вообще желательной, то вагонов имеется излишек, и мы

каждому маршруту дадим лишь столько вагонов, сколько ему требуется по норме. Но если, как принято в условии, вагонов недостаточно, то возможное среднее эквивалентное наполнение будет выше желательной нормы. Добиваясь того, чтобы все маршруты имели одинаковое среднее эквивалентное наполнение, мы каждому из них дадим вагонов по расчету

$$W_1 = \frac{2R_{э1} \cdot t_1}{r_э}, \quad W_2 = \frac{2R_{э2} \cdot t_2}{r_э},$$

т. е. пропорционально среднему эквиваленту числа проезжающих пассажиров на продолжительность пробега рейса.

Таким образом становится ясным, что как в случае достаточного числа вагонов, так и в случае недостаточного числа их, для каждого данного периода времени существующее неравномерное распределение пассажиров по длине маршрута и направлению может быть заменено равномерным средне-эквивалентным числом пассажиров.

Таблица 20

МАРШРУТ № 2

Ленинград, 16 апреля 1929 г.

Количество проезжающих пассажиров по контрольным точкам и средние эквиваленты по часам

	Направление от Новой Деревни						Направление от Балтийского вокзала						Среднее число пассажир. R_m	ΣR^4	$R_э = \sqrt[4]{\frac{\Sigma R^4}{12}}$	R'_m
	Контрольный пункт						Контрольный пункт									
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6				
6—7	345	343	418	324	369	411	562	589	637	397	292	271	413	$53\,423 \cdot 10^4$	460	458
7—8	657	778	797	508	391	334	334	327	365	332	391	372	466	$116\,833 \cdot 10^4$	560	539
8—9	465	689	743	356	232	181	226	339	475	487	495	428	426	$81\,957 \cdot 10^4$	510	493
9—10	574	807	887	464	356	285	414	521	621	572	579	526	551	$178\,862 \cdot 10^4$	620	610
10—11	610	854	828	438	418	326	344	478	617	632	627	542	559	$180\,734 \cdot 10^4$	620	626
11—12	540	792	926	601	603	481	541	728	743	751	801	631	678	$308\,728 \cdot 10^4$	720	734
12—13	482	747	891	718	707	590	564	616	634	561	541	479	628	$228\,102 \cdot 10^4$	670	675
13—14	521	729	741	546	522	423	580	721	763	582	526	462	593	$180\,507 \cdot 10^4$	630	643
14—15	592	859	950	743	694	581	690	915	978	632	640	557	736	$441\,146 \cdot 10^4$	730	799
15—16	661	895	901	752	868	765	842	1 117	1 210	776	756	665	851	$786\,305 \cdot 10^4$	900	931
16—17	779	1 061	1 105	1 039	1 049	817	981	1 165	1 211	799	734	656	949	$1\,181\,137 \cdot 10^4$	1 000	1 028
17—18	781	1 050	1 102	865	915	744	966	1 248	1 437	960	869	762	975	$1\,402\,131 \cdot 10^4$	1 040	1 053
18—19	522	762	893	756	757	602	659	827	871	546	456	352	667	$321\,952 \cdot 10^4$	720	739
19—20	488	772	925	544	482	395	529	764	979	752	546	416	633	$309\,487 \cdot 10^4$	710	731
20—21	327	606	747	593	463	309	466	644	706	449	355	261	494	$117\,498 \cdot 10^4$	560	564
21—22	244	395	506	412	301	192	405	517	558	291	199	169	349	$34\,346 \cdot 10^4$	410	467
22—23	193	306	312	313	303	207	519	660	744	332	300	262	371	$62\,633 \cdot 10^4$	480	440
23—24	213	372	453	488	364	194	374	454	486	370	336	221	360	$28\,928 \cdot 10^4$	400	397
24—1	142	134	124	79	59	59	48	136	151	27	24	15	83	$185 \cdot 10^4$	110	102

Само вычисление средней эквивалентной величины производится так: имея для данного часа разбивку проезжающих пассажиров по остановкам и направлению, мы для каждого перегона умножаем длину перегона на $(\lambda+1)$-ю степень числа проезжающих пассажиров; сумму всех этих величин за оба направления делим на удвоенную длину маршрута, а из итога извлекаем корень $(\lambda+1)$-й степени. Если же у нас нет данных по остановкам, а только по некоторым наблюдательным пунктам (участкам или полуучасткам), то мы возводим каждую из этих цифр в $(\lambda+1)$-ю степень, сумму делим на число пунктов, а из частного извлекаем корень $(\lambda+1)$-й степени. Этот приближенный метод вполне достаточен по точности.

Выбор показателя λ несколько условен, но, как мы видели из кривых, всегда $\lambda \geq 2$, а лучше принять $\lambda = 3$, а для вагонов с большим числом сидячих мест и малой площадью для стояния $\lambda = 4$.

Сущность этого метода распределения вагонов мы увидим на примере. Даны всего 2 маршрута одинаковой длины и с одинаковыми средними числами пассажиров. На первом маршруте распределение пассажиров по длине маршрута выводится из графика 164: на одной половине проезжает

1,5 единицы, на другой — 0,5, в среднем 1,0. Отношение максимума к среднему, которое мы назовем коэфициентом неравномерности, здесь будет 1,5. Среднее эквивалентное определяется, как

$$\sqrt[\lambda+1]{\frac{1}{2}\left[1{,}5^{\lambda+1}+0{,}5^{\lambda+1}\right]}$$

В зависимости от того, какую степень λ мы примем для кривой неудобств, получится среднее эквивалентное

$$\lambda = 3 \quad - 4$$
$$\eta = 1{,}27 - 1{,}31$$

Среднее эквивалентное лежит между максимумом и средним арифметическим; коэфициент эквивалентности (как мы его назовем), т. е. отношение среднего эквивалентного к среднему арифметическому меньше коэфициента неравномерности, но больше 1.

На другом маршруте максимум 1,5 простирается только на 0,1 всей длины маршрута; на остальных 0,9 длины маршрута число пассажиров равно 0,944; среднее арифметическое — 1,0; коэфициент неравномерности и здесь равен 1,5. Но коэфициент эквивалентности здесь составит при

$$\lambda = 3 \quad - 4$$
$$\eta = 1{,}05 - 1{,}06$$

Предположим, что мы должны были бы некое число вагонов распределить между обоими маршрутами. Поскольку коэфициент неравномерности на обоих одинаков, то и максимальное число проезжающих пассажиров на обоих одинаково. Следовательно, при распределении вагонов, исходя из среднего или из максимума, мы бы дали обоим маршрутам поровну. Но распределяя их по среднему эквивалентному, мы первому маршруту дадим вагонов больше в отношении 1,27 : 1,05

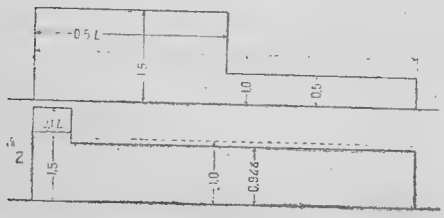


Рис. 164. Графики пассажиропотоков двух маршрутов.

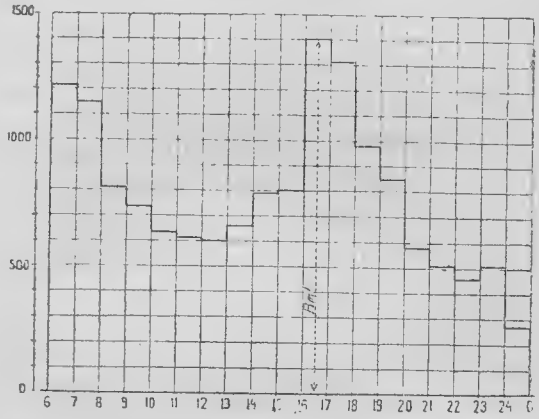


Рис. 165. Средние эквивалентные числа пассажиров по часам по маршруту № 6 Ленинградского трамвая за 1927 г.

или 1,31 : 1,05, т. е. на 20—25% больше. Не трудно усвоить смысл этого: второй маршрут имеет очень короткий максимум, и предназначенные для него вагоны дают меньший эффект, чем на первом маршруте, где они хорошо нагружаются на половине маршрута. Поэтому мы охотнее заставим пассажиров второго маршрута на $^1/_{10}$ длины маршрута несколько больше потесниться, но зато дадим возможность пассажирам первого маршрута на половине его длины ездить в лучших условиях. При этом суммарное неудобство всех пассажиров будет меньше, чем если бы обоим маршрутам дать вагонов поровну.

До сих пор мы все рассматривали случаи, в которых изменения числа пассажиров по часам не предполагается. Перейдем теперь к рассмотрению подобных случаев как имеющих наибольшее значение для практики. Начнем с наиболее простых.

Случай 3. Имеется всего один маршрут, на котором число пассажиров (среднее эквивалентное за каждый час) является функцией от времени. Число вагонов достаточно (график 165).

Было бы неправильно дать каждый час такое число вагонов, чтобы среднее эквивалентное наполнение за данный час составляло норму $r_э$, определенную в случае 1-м и 2-м. Тогда график выпуска вагонов по часам был бы пропорционален графику проезжающих пассажиров.

В самом деле, пусть R'_{mx} будет среднее эквивалентное количество проезжающих пассажиров за максимальный час, и, следовательно,

$$W'_{mx} = \frac{2R'_{mx} \cdot L_1}{r_{em}}$$

максимальное число вагонов. Рассмотрим теперь любой час, не максимума. Выбирая норму r_{em} и допуская известное неудобство для пассажиров, мы в случае 1-м имели в виду достижение известной экономии и на текущих и на капитальных расходах. В данном же случае это не оправдывается. От увеличения наполнения мы достигаем экономии только на текущих расходах, но не имеем ее на капитальных, так как вагоны все равно уже приобретены для удовлетворения потребности часа максимум. Не выпускать эти вагоны на линию означало бы доставлять пассажирам неудобства, выгадывая только на текущих расходах.

Если мы теперь повторим рассуждения случая 1, то в расходной части элемент $\frac{A \cdot \eta}{K'}$ должен отпасть, остаются только текущие расходы на вагоно-километр a. Таким образом наполнение в часы и максимальные следует дать только

$$r_0 = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a}{\lambda\gamma}}.$$

Этот вывод мы принципиально получили уже в главе 11, когда вывели две нормы наполнения — одну с учетом процента на капитал (45 человек), другую — без него (30 — 40).

Обратимся теперь к часу максимума. Здесь уже играют громадную роль именно капитальные расходы. Ради этого часа мы приобретаем все вагоны. Поэтому в элементе $\frac{A\eta}{K'}$, где годовое число вагоно-километров $K = 365\, h \cdot v_e$ (h—число часов движения в день, v_e — эксплоатационная скорость), мы имеем только $h = 1$, и, следовательно, среднее эквивалентное наполнение за этот час мы должны будем допустить значительно большим, чем в часы не максимума, а именно:

$$r'_{em} = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a + \frac{A\eta}{365 \cdot 1 \cdot v_e}}{\lambda\gamma}}.$$

Подсчитывая теперь число вагонов сообразно с этой повышенной нормой и сравнивая со следующим по количеству пассажиров часом, когда применялась норма r_0, мы часто попадем в такое положение, что следующий час потребует больше вагонов, чем максимальный. Тогда мы должны будем сразу снизить число вагонов и на следующем часе так, чтобы оба часа имели одинаковый выпуск. В таком случае следует для этих двух часов число вагонов определить с тем, чтобы среднее эквивалентное наполнение для них равнялось бы ($h = 2$)

$$r''_{em} = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a + \frac{A\eta}{36\ \cdot 2 \cdot v_e}}{\lambda\gamma}}.$$

Определяя по этому среднему эквивалентному наполнению число вагонов за оба часа, для чего потребуется определить среднее эквивалентное число проезжающих пассажиров за оба часа, и сравнивая результат с числом вагонов 3-го часа (исходя из нормы r_0), мы можем оказаться вынужденными и 3-й час приобщить к часам максимума. Продолжая эти рассуждения дальше, мы в конце концов дойдем до такого часа, количество вагонов которого при пониженной норме r_0 будет меньше, чем количество вагонов по расчету за m часов максимума. Этим будет определен круг часов максимума. Количество вагонов для них определится из среднего эквивалентного числа проезжающих пассажиров за часы максимума и из среднего эквивалентного наполнения за них, определяемого по формуле

$$r_{em} = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a + \frac{A\eta}{365 \cdot m \cdot v}}{\lambda\gamma}}$$

откуда

$$\frac{r_{em}}{r_0} = \sqrt[\lambda+1]{\frac{a + \frac{A\eta}{365 \cdot m \cdot v}}{a}} = \sqrt[\lambda+1]{1 + \frac{A\alpha}{365 \cdot mv \cdot a}}.$$

Пусть A — 35 000 руб. на вагон
η — 15% годовых (процент на капитал + доля износа)
m — 4 часа максимума в день
v — 135 *км* в час (эксплоатационная скорость)
a — 18 коп. на вагоно-километр (текущие расходы, зависящие от пробега вагонов)
λ — 3.

Тогда

$$\frac{r_{em}}{r_0} = \sqrt[4]{1 + \frac{35\,000 \cdot 0{,}15}{365 \cdot 4 \cdot 13{,}5 \cdot 0{,}15}} = 1{,}26,$$

т. е. мы в часы максимума допустим на 26% большее наполнение, чем в прочие часы. Разница следовательно, ощутимая. Если число часов максимума меньше (1 —2), то в часы максимума придется допустить значительно большие наполнения.

При известном опыте можно сразу наметить и все часы максимума на-глаз, определить для них число вагонов и затем проверить, в какой мере следующие после максимальных часы действительно дадут пониженный выпуск вагонов.

Случай 4. То же, что случай 3, но число вагонов недостаточное.

В этом случае придется в часы максимума допускать еще большие наполнения, чем r_{em}, и сам круг часов максимума расширится, но в остальные часы, так же, как и в случае 3, мы будем давать вагоны, исходя из нормы r_0. Число часов максимума будет определено из того условия, что в них мы не можем обеспечить нормы r_0.

Разобравши таким образом, ряд теоретических упрощений, мы перейдем теперь к сложной сети с рядом маршрутов, из которых каждый имеет свою характеристику по часам, а каждый час — по длине и по направлению. Что касается данных за каждый час, то они могут быть заменены одной

цифрой — средним эквивалентным числом проехавших пассажиров. Почасовой же график может быть для разных маршрутов самый разнообразный.

Величина максимумов и отношение их к средним величинам меняется в значительных пределах; могут быть и такие случаи, когда максимум на одном маршруте совпадает с обычными часами слабого движения на другом. Разбор этого случая и приемы разбивки вагонов будут разные, в зависимости от того, имеем ли мы, во-первых, достаточное или недостаточное число вагонов; во-вторых, имеется ли возможность переброски вагонов с одного маршрута на другой, если в этом окажется необходимость. На практике эта возможность часто имеется, но обставлена со значительными затруднениями, так что мы принципиально рассмотрим оба случая отдельно.

Случай 5. Сложная маршрутная сеть, число вагонов достаточное.

В этом случае нет надобности прибегать к переброскам вагонов. Каждый маршрут разбираем отдельно, согласно случая 3.

Случай 6. Сложная маршрутная сеть с переменным почасовым графиком, число вагонов задано и недостаточно, переброски вагонов возможны.

Поскольку переброски возможны, мы можем всю сеть и пассажиро-километры всех маршрутов за каждый час рассматривать вместе. Число вагоно-километров за часы максимума задано, так что за каждый из этих часов наполнение определяется как частное от деления пассажиро-километров данного часа на вагоно-километры:

$$r_{em} = \frac{R_{э_1} \cdot 2L_1 + R_{э_2} \cdot 2L_2 + \ldots}{K}.$$

Сообразно с этим единообразным наполнением, мы распределяем свои вагоно-километры между маршрутами каждый час отдельно, пропорционально их пассажиро-километрам за данный час. В виду того, что максимумы не будут совпадать по времени, потребуются возможные переброски вагонов с маршрута на маршрут. В остальные же часы, кроме максимальных, мы сможем давать меньше вагонов, придерживаясь пониженной нормы r_0.

Таким образом данный случай в сущности сводится к случаю 4.

Случай 7. То же, что случай 6, но переброска вагонов с маршрута на маршрут невозможна.

Это случай наиболее сложный, и в то же время он часто встречается на практике. Здесь мы не можем сливать данные всех маршрутов, так как переброска вагонов невозможна. Если мы дали некоторое количество вагонов на какой-либо маршрут, для удовлетворения потребности хотя бы одного только часа, то уже в остальные часы эти вагоны не могут быть использованы в другом месте, хотя бы на данном маршруте они были совсем излишни. На каждом маршруте назначенные ему вагоны работают некоторое число часов максимума, а затем постепенно отсылаются в парк. Часы максимума могут быть на разных маршрутах разными.

Распределение вагонов между маршрутами в данном случае имеет целью достигнуть, во-первых, минимума неудобств пассажиров, во-вторых — экономить на текущих расходах; что же касается капитальных расходов, то поскольку число вагонов задано, их общий итог остается неизменным. Текущие же расходы будут зависеть от пробега вагонов, а последний — от распределения их.

Теоретический разбор данного случая довольно сложен, и мы его приводить здесь не будем. Вывод же состоит в следующем.

Пусть:

$m_1, m_2 \ldots$ — число часов максимума на отдельных маршрутах; отбор этих часов может быть произведен предварительно;

$R_{em_1}; R_{em_2} \ldots$ — среднее эквивалентное число проезжающих пассажиров за часы максимума на отдельных маршрутах;

$t_1; t_2 \ldots$ — пробеги этих маршрутов;

$r_{em^1}; r_{em^2} \ldots$ — среднее эквивалентное наполнение за часы максимума;

$r_0 \ldots$ — среднее эквивалентное наполнение за прочие часы, которое определяется, как в случае 3.

Тогда для достижения минимума неудобств пассажиров и расходов трамвая требуется, чтобы:

$$(r_{em^1}^{\lambda+1} - r_0^{\lambda+1}) \cdot m_1 \pm (r_{em^2}^{\lambda+1} - r_0^{\lambda+1}) \cdot m_2 = (r_{em^3}^{\lambda+1} - r_0^{\lambda+1}) \cdot m_3.$$

Разбивка вагонов, пользуясь этой формулой, довольно затруднительна. Учитывая, однако, что среднее эквивалентное наполнение, за часы максимума, при ограниченном числе вагонов, будет всегда значительно больше, чем r_0, и, следовательно, $r_0^{\lambda+1}$ будет малой величиной по сравнению с $r_{em}^{\lambda+1}$, — мы можем почти без ошибки пренебречь элементом $r_0^{\lambda+1}$, и, следовательно,

$$r_{em_1}^{\lambda+1} \cdot m_1 = r_{em_2}^{\lambda+1} \cdot m_2 = \ldots \text{ или } r_{em_1} \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_1} = r_{em_2} \sqrt[\lambda+1]{m_2}.$$

Это значит, что мы не будем давать на всех маршрутах одинаковое среднее эквивалентное наполнение за часы максимума, а дадим больше вагонов тому маршруту, у которого этот максимум растягивается на большее число часов.

Это может казаться несправедливым в отношении к пассажирам, едущим на маршрутах с очень резким и коротким максимумом. Но дело здесь не в абсолютной справедливости, а в том, чтобы известной затратой вагонного состава достигнуть наилучшего эффекта.

Предположим, что мы имеем два маршрута одинаковой длины с одинаковым числом проезжающих в час пассажиров за часы максимума, но что у первого маршрута этот максимум растянут на 6 часов, а у второго только на 2. Дадим сперва обоим маршрутам одинаковое число вагонов, — тогда и наполнение на них в часы максимума будет одинаковое. Попробуем теперь передать со

второго маршрута первому один вагон. Этот вагон за каждый час улучшит положение на первом маршруте на такой процент, на какой он на втором маршруте ухудшается. Но на первом маршруте это улучшение относится к пассажирам 6-и часов, тогда как ухудшение на втором только за 2 часа.

Таким образом, эта переброска в общем итоге дает выгоду, хотя она как бы и несправедлива. Продолжая эту операцию и учитывая, что по мере роста наполнения, неудобства и утечка пассажиров возрастают примерно в 3 или 4 степени, мы и найдем, что именно формула

$$r_{em_1} \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_1} = r_{em_2} \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_2} = \ldots$$

дает наивыгоднейший общий итог.

Конечно, если бы была возможна в течение дня переброска вагонов с маршрута на маршрут, нам незачем было бы связывать эти два маршрута на весь день: можно было бы в те 2 часа, когда максимумы на обоих совпадают, дать обоим маршрутам вагонов поровну, а в остальные часы — к первому маршруту часть вагонов перебросить из второго. Но для данного случая мы положили в основу условие, что переброски невозможны.

Исходя из формулы

$$r_{em_1} \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_1} = r_{em_2} \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_2} = \ldots$$

мы получаем:

$$\frac{R_{em_1} \cdot 2t_1}{W_1} \times \sqrt[\lambda+1]{m_1} = \frac{R_{em_2} \cdot 2t_2 \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_2}}{W_2} \ldots$$

или

$$W_1 : W_2 : \ldots : W_n = R_{em'} \cdot 2t_1 \sqrt[\lambda+1]{m_1} : R_{em_2} \cdot 2t_2 \sqrt[\lambda+1]{m_2} = \ldots$$

Таким образом, вагоны между маршрутами следует распределять пропорционально величинам

$$R_{em'} \cdot 2t \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_1};\ R_{em_2} \cdot 2t_2 \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_2} \text{ и т. д.}$$

Как указано ранее, выбор часов максимума должен быть заранее намечен для каждого маршрута. После разбивки вагонов мы определяем теперь часы максимума как те часы, в течение которых мы вынуждены допускать наполнение большее, чем r_0. В остальные часы мы будем выпускать вагоны, держась нормы r_0. Может оказаться при этом, что первоначальный выбор часов максимума будет неточен. Однако, не трудно доказать на ряде практических примеров, что даже если мы ошиблись на 1—2 часа, то ошибка в распределении вагонов будет очень незначительной.

Это объясняется тем, что в множителе

$$R_{em_1} \cdot 2t_1 \cdot \sqrt[\lambda+1]{m_1},$$

при увеличении m_1, к первоначальным часам максимума прибавляются соседние часы, имеющие меньшее число пассажиров, и, следовательно, среднее эквивалентное число пассажиров уменьшается почти в той же мере, как увеличивается $\sqrt[\lambda+1]{m_1}$.

§ 66. Общий метод распределения вагонов

Повторяя все выводы прежних рассуждений, мы можем принять следующий метод для распределения вагонов:

1) За каждый маршрут и час отдельно количество проехавших пассажиров по всем имеющимся пунктам и обоим направлениям возводится в 4 (или 5) степень, а из суммы этих степеней за все пункты, деленной на удвоенное число пунктов, извлекается корень той же степени; это дает среднее эквивалентное число проехавших пассажиров за каждый час и маршрут (R_e) (таблицу 20 для ленинградского маршрута № 2).

2) Если переброска вагонов из маршрута на маршрут возможна, то за каждый час отдельно исчисляется по каждому маршруту произведение величины R_e на удвоенный пробег маршрута $2t$, сумма этих произведений, деленная на имеющееся число вагонов, дает среднее эквивалентное наполнение данного часа; число вагонов на каждом маршруте определяется из итога среднего эквивалентного наполнения, т. е. пропорционально величине $R_e \cdot 2t$. За те часы, когда полученное таким образом среднее эквивалентное наполнение меньше той нормы, которую мы считаем нужным установить для часов минимума (r_0), мы распределяем не все имеющиеся вагоны, а лишь столько, чтобы на каждом маршруте получилось наполнение r_0 за каждый час отдельно (рис. 165).

3) Если переброска вагонов с маршрута на маршрут невозможна, то мы на-глаз отделяем для каждого маршрута часы максимума от прочих часов.

4) Для всех часов максимума возводим в 4 (или 5) степень средние эквивалентные числа проехавших пассажиров, сумму этих степеней за все часы максимума делим на число m часов максимума, а из частного извлекаем корень той же степени, в результате чего получаем среднее эквивалентное число проехавших пассажиров за часы максимума R_{em}.

5) Имеющееся наличие вагонов распределяется между маршрутами пропорционально величинам $R_{em}\ 2t \cdot \sqrt[\lambda+1]{m}$.

Таблица 21

Средние эквивалентные по часам для 4-х маршрутов

Маршрут №	2	3	4	5
Время пробега t	48 мин.	51 мин.	54 мин.	62 мин.
Средние эквивал. R_e				
6— 7	460	880	620	850
7— 8	560	1 060	740	1 120
8— 9	510	480	490	680
9—10	620	400	430	420
10—11	620	410	680	510
11—12	710	400	830	480
12—13	670	430	920	460
13—14	630	430	980	520
14—15	780	520	1 120	560
15—16	900	810	1 430	840
16—17	1 000	1 220	1 450	1 150
17—18	1 040	1 140	1 380	1 320
18—19	720	860	1 190	850
19—20	710	640	940	730
20—21	560	600	720	630
21—22	410	530	750	500
22—23	480	520	700	520
23—24	400	580	680	550
24— 1	110	140	320	170

6) За все часы, не попадающие в максимум, мы на каждом маршруте даем столько вагонов, чтобы среднее эквивалентное наполнение составляло r_0.

Для разъяснения данного метода обратимся к примеру. Пусть на трамвае даны всего четыре маршрута, между которыми должны быть распределены в часы максимума 150 вагонов. Количества средних эквивалентных пассажиров за каждый час, подсчитанные, согласно метода таблицы 20, показаны на таблице 21. На всех этих маршрутах наибольший максимум попадает между 16 и 18 часами. Принимаем на-глаз число часов максимума: для маршрута № 2 — $m_2 = 3$ (15 — 18); для маршрута № 3 — $m_3 = 2$ (16 — 18); для маршрута № 4 — $m_4 = 5$ (14 — 40); для маршрута № 5 — $m_5 = 2$ (16 — 18). Находим средние эквивалентные для этих периодов:

$$\text{маршрут № 2} - R_{em^2} = \sqrt[4]{\frac{1}{3}(900^4 + 1\,000^4 + 1\,040^4)} = 985$$

$$\text{„ № 3} - R_{em^3} = \sqrt[4]{\frac{1}{2}(1\,220^4 + 1\,440^4)} = 1\,190$$

$$\text{„ № 4} - R_{em^4} = \sqrt[4]{\frac{1}{5}(1\,120^4 + 1\,430^4 + 1\,450^4 + 1\,380^4 + 1\,190^4)} = 1\,340$$

$$\text{„ № 5} - R_{em^5} = \sqrt{\frac{1}{2}(1\,150^4 + 1\,320^4)} = 1\,250$$

Образуем произведения:

$$R_{em^2} \cdot \sqrt[4]{m_2} \cdot t_2 = 985 \cdot \sqrt[4]{3} \cdot 48 = 62\,000$$

$$R_{em_3} \cdot \sqrt[4]{m_3 \cdot t_3} = 1\,190 \cdot \sqrt[4]{2 \cdot 51} = 72\,000$$

$$R_{em_4} \cdot \sqrt[4]{m_4 \cdot t_4} = 1\,340 \cdot \sqrt[4]{5 \cdot 54} = 108\,000$$

$$R_{em_5} \sqrt[4]{m_5 \cdot t_5} = 1\,250 \cdot \sqrt[4]{2 \cdot 62} = 62\,000$$

Распределяя 150 вагонов пропорционально этим цифрам, получаем по маршруту:

№ 2 — 31
№ 3 — 35
№ 4 — 53
№ 5 — 31

Среднее эквивалентное наполнение на маршруте № 2 за 3 часа будет $\frac{2 \cdot 985 \cdot 48}{60 \cdot 31} = 51$, а от 17 до 18 — $\frac{2 \cdot 1\,040 \cdot 48}{60 \cdot 31} = 54$. Максимальное же наполнение от 17 до 18 на 3 контрольном пункте от Балтийского вокзала равно $\frac{2 \cdot 1\,437 \cdot 48}{60 \cdot 31}$ (табл. 19а) = 74. Распределение вагонов в утренний максимум мы производим самостоятельно, считая что переброска с утреннего максимума на вечерний возможна. Берем сперва период 6 — 8. Тогда средние эквивалентные числа пассажиров равны соответственно 520, 990, 690, 1 010. Число часов $m_2 = m_3 = m_4 = m_5 = 2$. Распределяя опять наши 150 вагонов пропорционально произведениям 520×48, 990×51, 690×54, $1\,010 \times 62$, получаем среднее эквивалентное наполнение 39, и числа вагонов по маршруту:

№ 2 — 21
№ 3 — 42
№ 4 — 32
№ 5 — 55

Таким образом, утром в ранний максимум маршруты №№ 2 и 4 должны получать меньше, чем вечером №№ 3 и 5 — больше.

В остальные часы дня, задаваясь нормой в 35 человек на вагон, мы можем выпускать на линию не весь инвентарь. Так, например, в часы вечерние (21 — 24) имеем по маршруту № 2 $R_e = 440$, число вагонов $\frac{440 \cdot 48 \cdot 2}{60 \cdot 35} = 20$; на № 3 — $R_e = 560$, вагонов $\frac{560 \cdot 51 \cdot 2}{60 \cdot 35} = 27$; на № 4 — $R_e = 720$, вагонов $\frac{720 \cdot 54 \cdot 2}{60 \cdot 35} = 37$; на № 5 — $R_e = 530$, вагонов $\frac{530 \cdot 62 \cdot 2}{60 \cdot 35} = 31$, итого 115 вагонов.

Обыкновенно число часов максимума для всех маршрутов и утром и вечером одинаково. Тогда мы распределяем вагоны отдельно вечером, отдельно утром, прямо пропорционально среднему эквивалентному числу пассажиров, без учета количества часов ($\sqrt[4]{m}$), так что расчет упрощается.

Для определения среднего эквивалентного за каждый час можно вместо корня 4-й или другой степени предложить следующий упрощенный способ. Даны, скажем, 10 показаний по длине маршрута в обе стороны (R_1, $R_2 \ldots R_{10}$). Берем среднее арифметическое — $R_m = {}^1/_{10}\,(R_1 + R_2 + \ldots R_{10})$. Часть показаний (скажем, R_1, R_4, R_5, R_7, R_{10}) будет меньше R_m, остальные — больше. Тогда меньшие, чем R_m, заменяем величиной R_m, остальные оставляем и берем снова среднее арифметическое $R'_m = {}^1/_{10}\,(5 \cdot R_m + R_2 + R_3 + R_6 + R_8 + R_9)$. Это R'_m приблизительно равно среднему эквивалентному. По смыслу оно также всегда лежит между средним арифметическим и максимумом. Разница между этим упрощенным методом и корнем 4-й степени, как видно из таблицы 20 не нарушает пределов точности расчетов, и этот метод по смыслу вполне подходит к понятию среднего эквивалентного.

Таким методом определяется необходимое число вагонов за каждый час. Если у нас в распоряжении вагоны разной емкости, то мы можем наличный состав пересчитать в единицы, исходя из соотношения емкости при допустимом наполнении; например, считать четырехосные вагоны равными 1,5 двуосных и т. п. Лучше подсчитать наличный инвентарь не вагонов, а вагономест и устанавливать нормы выполнения в час максимума и в отдельные часы не абсолютно (человек в вагоне), а в виде процентного отношения к устано-

вленному числу мест в вагоне. При этом необходимо соответственно видоизменить приведенные формулы для распределения вагонов в формулы для распределения вагоно-мест.

§ 67. Величина состава

Вторая принципиальная задача, которую мы должны определить при составлении наряда, относится к составам поездов по емкости, что при заданном количестве вагоно-мест определяет собой и частоту движения. В главе 11 мы разрешили простейший случай — равномерное движение из конца в конец маршрута. Так же, как и в вопросе о наполнении вагонов, мы должны перейти к более сложным случаям, но здесь нам достаточно разобрать один случай.

Имеется один маршрут с неравномерным движением по длине и по направлению. Число перевезенных за час пассажиров в оба направления равно P, среднее арифметическое число проезжающих пассажиров — R_m, среднее эквивалентное число проезжающих пассажиров — R_e.

Пользуясь рассуждениями главы 11, при емкости поезда ρ, поскольку эта емкость должна равняться среднему эквивалентному наполнению, в час проезжает $\frac{R_e}{\rho}$ поездов в каждом направлении, так что интервал

$$i = \frac{60\ \rho}{R_e} \text{ мин.}$$

Перевезенные P пассажиров будут, в среднем, ждать по $\frac{1}{2} i$ мин. или всего будет потеряно:

$$\frac{P \cdot 60 \cdot \rho}{2 \cdot R_e} \text{ минут,}$$

на сумму (по 25 коп. пассажиро-час)

$$\frac{P \cdot 60 \cdot \rho}{2 \cdot R_e} \cdot \frac{25}{60} \text{ коп.} = \frac{P \cdot \rho}{8 \cdot R_e} \text{ руб. в час.}$$

При длине маршрута L, за час будет сделано $\frac{R_e}{\rho} \cdot 2L$ поездо-километров, или $R_e \cdot 2L$ место-километров.

Стоимость одного место-километра мы приняли в размере:

а) $1{,}2 + \frac{18}{\rho}$ коп. — эксплоатация плюс амортизация,

б) $\frac{83}{H \cdot v_e}\left(1 + \frac{42}{\rho}\right)$ руб. — проценты на капитал.

Итого народно-хозяйственные затраты равны

$$\frac{P \cdot \rho}{8 \cdot R_e} + 2R_e \cdot L\left(0{,}012 + \frac{0{,}18}{\rho} + \frac{83}{H \cdot v_e} + \frac{3\,500}{H \cdot v_e \cdot \rho}\right) = \min.$$

Отсюда

$$\frac{P}{8R_e} - \frac{2R_e \cdot L\left(0{,}18 + \frac{3\,500}{H \cdot v_e}\right)}{\rho^2} = 0,$$

или

$$\rho = \sqrt{2{,}88 \cdot \frac{R_e^2}{P} \cdot L \cdot \left(1 + \frac{20\,000}{Hv_e}\right)}.$$

В случаях, где проценты на капитал не должны учитываться, имеем

$$\rho = \sqrt{2{,}88 \cdot \frac{R_e^2}{P} \cdot L}.$$

Если L_m есть средняя длина поездки пассажира, то число пассажиро-километров на маршруте равно или $P \cdot L_m$ или $2L \cdot R_m$, откуда

$$P = \frac{2L \cdot R_m}{L_m},$$

и, следовательно,

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \frac{R_e^2 \cdot L_m}{R_m}\left(1 + \frac{20\,000}{Hv_e}\right)}$$

или

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \frac{R_e^2}{R_m} L_m}$$

отсюда

$$i = 60 \sqrt{1{,}44 \frac{L_m}{R_m} \left(1 + \frac{20\,000}{Hv_e}\right)}$$

или

$$i = 60 \sqrt{1{,}44 \frac{L_m}{R_m}}.$$

По этой формуле определяется за каждый час и маршрут необходимый оптимальный состапоезда. Так, например, если $L_m = 4$ *км*, $R_m = 2\,000$, $R_l = 2\,500$ пассажиров в час, $H = 5\,000$ $v_e = 14$, то

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \frac{2\,500^2}{2\,000} \cdot 4 \left(1 + \frac{20\,000}{5\,000 \cdot 14}\right)} = 150,$$

т. е. при такой густоте движения целесообразно применять трехвагонные составы с действительным выполнением 45 человек. Частота движения при этом

$$i = \frac{60 \cdot 135}{2\,500} = 5{,}1 \text{ мин.}$$

Если на том же маршруте в часы минимума $L_m = 4$ *км*, $R_m = 600$, $R_e = 650$, то

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \frac{650^2}{500} \cdot 4} = 63,$$

т. е. в эти часы будет достаточно пускать двойные составы с уменьшенным до 32 наполнением вагонов, при интервале

$$i = \frac{60 \cdot 63}{660} = 5{,}8 \text{ мин.}$$

Это значит, что в часы максимума надо одновременно и увеличивать составы, и повышать наполнение вагонов, и понижать интервал. Сохранение единой величины состава за весь день и по всем маршрутам, т. е. приспособление движения к потребности только путем изменения интервала, как на большинстве американских трамваев, нецелесообразно, так как при этом или будем давать слишком частое движение малыми невыгодными единицами в часы максимума, или, наоборот, слишком редкое в часы слабого движения. Точно так же принципиально нецелесообразно регулировать движение, сохраняя единый жесткий интервал и меняя только величину состава, как это делают некоторые немецкие трамваи. Как видно из формулы, чтобы получить целесообразный подбор решений, необходимо действовать обоими методами.

Целесообразные нормы интервала получаются, в зависимости от среднего числа проезжающих в час, в среднем, пассажиров R_m, при $L_m = 4$ *км*, $H \cdot v_e = 70\,000$, следующее:

$R_m =$	200 —	350 —	500 —	750 —	1 000 —	1 500 —	2 000
для часов максимума $i =$	11,2 —	8,4 —	7,1 —	5,8 —	5,0 —	4,1 —	3,5
для прочих часов $i =$	10,2 —	7,6 —	6,0 —	5,3 —	4,5 —	3,7 —	3,2

В действительности мы не имеем возможности для каждого маршрута за каждый час иметь именно ту емкость состава, которая по расчету является для него наиболее выгодной. Наоборот, мы будем стремиться к возможному единообразию вагонного типа по городу. Поэтому к расчетной емкости поезда мы можем только приближаться, комбинируя те составы, которые имеются в наличии. Изменение же величины состава по часам дня на данном маршруте возможно только путем прицепки и отцепки вагонов.

Данная теория позволяет определить наиболее целесообразную и выгодную среднюю величину состава по всем маршрутам. Пусть в часы максимума число перевезенных пассажиров в час по всем маршрутам ΣP_m, средняя длина поездки L_m, суммарное протяжение маршрутов M. Тогда среднее количество проезжающих пассажиров $R_m = \frac{\Sigma P \cdot L_m}{2M}$. Если средний коэфициент эквивалентного наполнения $\frac{R_e}{R_m} = \eta$, то по формуле оптимальная величина состава в среднем по всем

маршрутам

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \eta^2 R_m \cdot L_m \cdot \left(1 + \frac{20\,000}{H \cdot v_e}\right)} = \sqrt{1{,}44 \cdot \eta^2 \cdot \frac{\Sigma P_m \cdot L_m^2}{2M}\left(1 + \frac{20\,000}{H \cdot v_e}\right)} =$$

$$= 0{,}85\eta \; L_m \cdot \sqrt{\frac{\Sigma P}{M}\left(1 + \frac{20\,000}{H \cdot v_e}\right)}$$

для часов же минимума

$$\rho = \sqrt{1{,}44 \cdot \frac{\Sigma P \cdot L_m^2 \cdot \eta^2}{2M}} = 0{,}85 \cdot \eta \cdot L_m \cdot \sqrt{\frac{\Sigma P}{M}}.$$

Средний помаршрутный интервал получается

$$i = 60\sqrt{1{,}44 \cdot \frac{L_m}{R_m}\left(1 + \frac{20\,000}{Hv_e}\right)} = 60\sqrt{1{,}44 \cdot \frac{2M}{\Sigma P} \cdot \left(1 + \frac{20\,000}{H \cdot v_e}\right)}$$

в часы максимума и

$$i_m = 60\sqrt{\frac{1{,}44 \cdot 2M}{\Sigma P}}$$

в прочие часы.

Так, например, в Ленинграде в 1930 г. перевозилось в часы максимума $\Sigma P_m = 130\,000$ при $M = 400$ *км*, $L_m = 4$ *км*, причем $H = 365 \cdot h = 365 \cdot 6 \cong 2\,200$, $v_e = 13{,}5$, причем η принимаем 1,25 откуда

$$\rho = 0{,}85 \cdot 1{,}25 \cdot 4\sqrt{\frac{130\,000}{400}\left(1 + \frac{10\,000}{2\,200 \cdot 13{,}5}\right)} = 87$$

$$i_m = 60 \cdot \sqrt{\frac{1{,}44 \cdot 2 \cdot 400}{130\,000}\left(1 + \frac{10\,000}{2\,200 \cdot 13{,}5}\right)} = 7{,}0 \text{ минут.}$$

Число поездов в движении получаем

$$W = \frac{2M \cdot 60}{i_m \cdot v_e} = \frac{2\,400 \cdot 60}{7{,}0 \cdot 13{,}5} \cong 500.$$

Допуская в среднем за часы максимума среднее эквивалентное наполнение в 40 для одного вагона, получаем среднее количество вагонов в составе $87 : 40 = 2{,}2$. Отсюда вполне оправдывается с точки зрения экономики движения стремление к большим поездным единицам, в частности — к трехвагонным составам и к вагонам большой емкости.

Для часов минимума в Ленинграде, при $\Sigma P \cong 50\,000$ имеем

$$\rho = 0{,}85 \cdot 1{,}25 \cdot 4\sqrt{\frac{50\,000}{400}} = 48$$

$$i_m = 60\sqrt{\frac{1{,}44 \cdot 2 \cdot 400}{50\,000}} = 9{,}0 \text{ мин.}$$

$$W = \frac{2 \cdot 400 \cdot 60}{9{,}0 \cdot 13{,}5} = 385 \text{ поездов.}$$

Принимая в эти часы в вагоне среднее эквивалентное наполнение в 32, получаем в составе, в среднем, $48 : 32 = 1{,}5$ вагона. Действительные величины по Ленинграду приближаются к результатам подсчета. Неправильна в этом направлении была политика московского трамвая в 1929 г. (в настоящий момент в Москве произошло резкое увеличение состава). Имея в часы максимума в 1929 г. приблиз. $\Sigma P = 180\,000$, при $M = 400$ и $L_m = 3{,}8$, мы получаем в часы максимума необходимость еще более емких составов, чем в Ленинграде:

$$\rho = 0{,}85 \cdot 1{,}25 \cdot 3{,}8\sqrt{\frac{180 \cdot 000}{400}\left(1 + \frac{10\,000}{2\,200 \cdot 13{,}5}\right)} = 100$$

$$i_m = 60\sqrt{\frac{1{,}44 \cdot 2 \cdot 400}{180\,000}\left(1 + \frac{10\,000}{2\,200 \cdot 13{,}5}\right)} = 5{,}5 \text{ мин.}$$

$$W = \frac{400 \cdot 2 \cdot 60}{5{,}8 \cdot 13{,}5} \cong 600 \text{ поездов.}$$

Выпуская всего в среднем 1 180 вагонов, мы получили бы число вагонов в поезде 1, 95. В действительности же выпуск составил в среднем около 800 моторных и 380 прицепных, т. е. действительный средний состав имел 1, 42 вагона. При московских условиях это явно невыгодно. Для большей ясности повторим в применении к данному конкретному примеру рассуждения, положенные в основу приведенных формул. Если с московской сети 1929 г. снять 200 моторных вагонов и заменить их прицепными, то получилась бы экономия в основном капитале на 3 200 000 руб., а с учетом запасного капитала и ремонтного инвентаря — приблизительно на 3 600 000 руб. 15% этой суммы составляют годовую

экономию в 540 000 руб., а считая экономию лишь на 2 200 часов максимума, то на каждый час приходится 250 руб. По эксплоатационным расходам и амортизации замена моторного вагона прицепным дает экономию около 18 коп. на вагон-километр, или на вагоно-час около 2,40 руб. На все 200 вагонов экономия была бы равна 480 руб., а вместе с процентами на основной капитал мы ежечасно экономили бы 730 руб. Считая 5 500 часов движения в среднем на вагон и 2 200 часов максимума, мы имели бы в год, экономию на эксплоатации около 2 600 000 руб. и на процентах на основной капитал — около 540 000 руб. итого около 3 200 000 руб. С другой стороны, 180 000 пассажиров вынуждены были бы, вместо $^1/_2 \cdot 4{,}4 = 2{,}2$ мин., ждать в среднем вагона $^1/_2 \cdot 5{,}8 = 2{,}9$ мин. или на каждого разница в 0,7 мин., что дает в час максимума 126 000 пассажиро-минут или 2 100 пассажиро-часов на сумму около 525 руб. (по 25 коп. в час), а всего за год 730 миллионов пассажиров потеряли бы 8 500 000 часов на сумму 2 100 000 руб., т. е. значительно меньше, чем выгоды трамвая. Если бы те капитальные затраты и текущие расходы, которые московский трамвай производил на содержание чрезмерного количества моторных вагонов, были использованы на расширение парка прицепных вагонов, то на те же средства мог бы быть существенно увеличен выпуск вагонов, а пассажир за увеличенное ожидание вагона на 0,7 мин. получил бы значительное уменьшение нагрузки вагонов (примерно на 20%), что несомненно было бы для него удобно.

§ 68. Практические замечания

Мы, таким образом, рассмотрели принципиально вопрос о распределении вагонов по маршрутам и об определении необходимого состава поезда. Практически состав поезда будет определяться из имеющегося наличия моторных и прицепных вагонов разной емкости, причем мы будем стремиться возможно ближе подойти к расчетной цифре.

Как мы видели в главе 9, вечерний максимум обычно является наибольшим, соединяя движения рабочее, деловые, возврат с работы служащих и др. Поэтому целесообразно в основу расчета положить те 2, 3 или 4 часа, в течение которых происходит этот максимум. Имеющееся количество вагонов мы и распределяем между маршрутами, исходя из данных за эти часы.

Утренний рабочий максимум часто требует совсем другого распределения вагонов по маршрутам, чем вечерний. В ряде случаев будет достаточно утром давать тот же выпуск, что вечером или меньше, но на некоторых маршрутах может понадобиться утром больше вагонов, чем вечером и обратно. Это значит, что часть вагонов будет работать утром на одном маршруте, вечером на другом.

Второй период утреннего максимума, определяемый доставкой на работу служащих, требует опять иного распределения, чем первый. Здесь требуется быстрая переброска части вагонов с маршрутов рабочих на маршруты центральные, которые перевозят служащих.

В дневные часы между максимумами и в часы вечерние обычно требуется значительно меньше вагонов, и часть вагонов может остаться в парке. Это может и должно быть произведено двумя путями: снятием части поездов и отцепкой некоторых прицепных вагонов. Для дневного периода вопрос об отцепке прицепных осложняется, так как эти прицепки должны быть уведены в парк, затем опять выведены на линию и прицеплены. Поэтому днем во многих случаях лучше ограничиться снятием с линии нескольких поездов. Вечером происходит постепенное снижение темпа движения в течение 2—3 часов. Соответственно этому могут сниматься прицепные вагоны и в случае надобности также часть поездов.

На многих маршрутах вечером по расчету наивыгоднейших составов требовалось бы давать очень малые составы с довольно большим интервалом. Так, например, при среднем количестве проезжающих пассажиров $R_m = 100$ требуется интервал $i = 14$ мин. и в каждом поезде 23 пассажира. Такой редкий интервал был бы слишком неудобен, и потому придется дать движение через 10 — 12 мин. вагонами, которые будут только очень слабо нагружены.

После распределения всех вагонов моторных и прицепных по маршрутам может оказаться, что наличный состав полностью сбалансировать невозможно и тогда необходимо будет на одном или двух маршрутах дать по половине прицепных к числу моторных вагонов. Такое распределение очень нежелательно, так как при заданном интервале, к каждому поезду накопится определенное число пассажиров, и потому одиночки будут перегружены, а парные составы нагружены слабо. При составлении точного расписания можно, правда, несколько улучшить положение (глава 14), но все же желательно избегать такой комбинации.

Менее вредна, но все же не желательна, комбинация из двух-вагонных и трехвагонных составов.

При наличии двухколейного пути мы можем принять любой интервал между вагонами; при одноколейном же пути с разъездами интервал и число поездов заданы очень жестко. Таким образом для маршрутов, идущих полностью или частично по одноколейному пути, мы можем регулировать наполнение только прицепными вагонами, пуская поезда без прицепных, с одним или с двумя прицепными. Такое регулирование, конечно, даст результаты только приблизительные.

Возможно также в некоторые часы дня поезда направлять с прицепками, а в остальные часы — без них.

Для более точного приспособления числа вагонов к потребности на одноколейных путях делались попытки прицеплять вагоны не ко всем поездам, а только к половине их. Это представляет некоторое удобство при прицепке на конечном пункте, не имеющем петли: моторный вагон, приходящий с прицепным, оставляет таковой на конечном пункте, а следующий моторный, пришедший без прицепного, забирает оставшуюся прицепку. Но, как сказано выше, этот метод дает очень неравномерную нагрузку вагонов. Другой метод изменения выпуска на одноколейных участках сводится к удвоению интервала, причем половина разъездов исключается совсем. Но и этот метод дает только очень грубое приспособление движения к потребности.

Таким образом одноколейные маршруты из вышеприведенного расчета вовсе исключаются. По ним приблизительно определяется, требуются ли прицепные вагоны и по скольку на поезд. При этом расчете, если, например, потребуется иметь в поезде $1^1/_2$ вагона, мы вынуждены будем давать с излишком, т. е. 2, и будем терять лишний состав. Можно условно принять, что в среднем при одноколейных участках мы вынуждены будем давать на каждом поезде на $^1/_4$ вагона лишних. Это есть один из существеннейших недостатков одноколейных участков.

Помимо нормального движения в наряде следует предусмотреть ряд специальных приемов, рассчитанных на максимальное использование вагонов и приспособление к потребности. К этим приемам относятся переброски, возвраты и сгущения.

Переброски вагонов с маршрута на маршрут часто в состоянии облегчить наполнение вагонов и улучшить их использование. Но в то же время они представляют и значительные затруднения.

Переброски становятся сравнительно простыми, когда они совпадают с границами групп по сменам. Если, например, на одном маршруте преобладает утренний максимум, на другом — вечерний, то часть вагонов, работающих с перерывом, может работать утром на первом маршруте, а вечером на втором, без особенных неудобств. Гораздо труднее становится дело, если по условиям движения желательно извлечь вагон в середине смены для временной работы на другом маршруте. Всякое снимание и обратное включение вагона в наряд представляет собой операцию, довольно сложную, и неизбежно вносит расстройство в расписание того маршрута, с которого вагон снят, а также в том маршруте, куда вагон передан (глава 14).

При такой переброске трудно бывает переставить номерные доски на вагонах, и потому пассажиры плохо осведомлены о назначении данного вагона и мало его используют. По опыту Ленинграда, который в течение ряда лет усиленно применяет подобные так называемые „комбинированные“ вагоны, можно сказать определенно, что эти вагоны наполняются значительно хуже, чем вагоны основных маршрутов, в помощь которым они посланы.

Всякая переброска связана с излишними пробегами. Сравнительно более удобной представляется переброска в тех случаях, когда вагон рано утром работает на чужом маршруте, а потом вливается в свой маршрут. Эта мера вполне целесообразна для усиления движения на рабочих маршрутах утром за счет других маршрутов, которые в то время не нуждаются в полном выпуске вагонов. Особенно нежелательны переброски в вечерний максимум, так как в это время вагоны нужны на всех маршрутах, и, вместо переброски, лучше пересчитать наряд и перераспределить вагоны.

В Ленинграде часто в период рабочего максимума переброски производятся не только с целью усиления вагонов на рабочем маршруте, но с целью дать временное беспересадочное сообщение районов, обычно такового не имеющих, т. е. как бы единовременный маршрут. Однако, и эта цель, достижение которой сомнительно, вряд ли оправдывает неудобства, связанные с переброской. Как уже выше отмечено, для такой цели могут быть очень полезны заказные безостановочные автобусы, перебрасывающие рабочих из определенного района к заводу и обратно.

Следующее отклонение от нормального наряда представляет собой возврат вагонов с середины маршрута. Мы уже выше указывали на часто попадающуюся неравномерность в нагрузке вагонов по длине маршрута. Поскольку это наблюдается на каком-либо маршруте в итоге за весь день, то это означает, что маршрут скомбинирован неудачно, и надо принять меры к его исправлению. При составлении наряда мы уже связаны с определенной маршрутной системой. Однако, поскольку как-раз в часы максимума часто наблюдаются особенно резкие разницы в числе проехавших пассажиров на разных пунктах маршрута, то вполне естественным является желание подкрепить особенно наиболее нагруженные участки, хотя бы за счет разрежения на слабо нагруженных пунктах, что и достигается возвращением части вагонов с середины пути.

Данные о количестве пассажиров по часам являются, как уже сказано, недостаточными, особенно в часы максимума. В эти часы нарастание и убывание пассажирских потоков происходит особенно резко, и потому нужно иметь данные по более коротким периодам. Учитывая более точно график движения пассажиров, мы можем облегчить наиболее опасные моменты путем сгущения вагонов, т. е. пуская их некоторое время с большей частотой, чем возможно было бы длительно по имеющемуся числу вагонов, за счет предыдущего и последующего разрежения, а также разрежения в обратном направлении. Таким образом, можно усилить движение на время, приблизительно равное пробегу рейса или меньше. Применение сгущений особенно важно для переброски рабочих на предприятия и обратно, для развозки пассажиров в конце театральных представлений, по прибытии поездов с вокзалов, в часы смен у крупных ВТУЗ'ов и т. д. Правильное их проведение требует весьма тщательных статистических наблюдений, но зато может дать превосходные результаты.

Все эти приемы — переброски, возвраты и сгущения — необходимы при составлении точного расписания. Однако, уже при составлении наряда необходимо учесть возможность этих мероприятий. Если, например, возможен возврат, то полуучасток, дающий максимальное число пассажиров, будет иметь не столь резкое наполнение, как при неизменном движении вагонов, и следовательно, и среднее эквивалентное наполнение будет несколько понижено. Учитывая эти приемы, мы вносим хотя бы на-глаз некоторые небольшие поправки в распределение вагонов, полученные строгим расчетом.

Распределив моторные и прицепные вагоны по маршрутам на каждый час, следует в наряде еще разбить их по паркам. Здесь будет играть роль наличная емкость парков, наличие в данном парке вагонов с подходящим для данного маршрута оборудованием, а также парковые рейсы. В общем, мы будем стремиться обслуживать каждый маршрут и каждый конечный пункт из ближайших пунктов с целью сокращения этих рейсов. Однако, необходимо решительно бороться против того предрассудка, будто парковые рейсы всегда „непроизводительные". Во многих случаях правильно подобранные, хотя бы и очень длинные парковые рейсы дают очень сильное наполнение, например утром—при подаче вагонов прямо из парка к заводам по правильно выбранному маршруту, или вечером—при возвращении вагона из центра в парк, располо-

женный на окраине. Поэтому неправильно именовать эти рейсы „непроизводительными". Но в общем, парковые рейсы дают меньшую нагрузку, чем нормальные, и в большинстве случаев мы будем стремиться сокращать их приближением конечных пунктов к парку.

Учитывая все эти соображения, мы разбиваем вагоны каждого маршрута по паркам сообразно с местными условиями и этим заканчиваем всю операцию по составлению наряда. Дальнейшее уточнение уже есть дело составления расписания.

Глава 14

РАСПИСАНИЯ

§ 69. Основные предпосылки

Составление письменного расписания является третьим и окончательным этапом в работе трамвая по приспособлению движения к потребности. Расписание составляется на основании наряда по каждому маршруту отдельно. В нем указываются по каждому поезду, для каждого рейса время отправки с конечного пункта (а на некоторых трамваях также время прохождения определенных промежуточных пунктов), а также парк, из которого выпускается данный поезд, и изменения состава поезда (прицепка и отцепка вагонов).

Без точных расписаний нормальная работа трамвая невозможна. Только полной некультурностью наших отечественных руководителей движения можно объяснить то, что в довоенное время даже на сравнительно передовом ленинградском трамвае не было расписаний, и движение совершалось только по наряду. Вследствие этого все кондуктора ежедневно теряли по $1^1/_4$ — $1^1/_2$ часа на бесплодное ожидание вызова; движение вагонов было оставлено полностью на усмотрение линейных агентов. Однако, даже самый опытный и добросовестный агент не может непосредственно на поле действия как следует направлять вагоны, с учетом всех деталей, с которыми мы познакомимся ниже. Без расписания невозможно приспособить движение к быстрым изменениям в нем, происходящим систематически каждый день. Без расписания совершенно невозможно поддерживать регулярное движение на большой сети, да в малых городах без него движение постепенно сбивается с правильных интервалов. В Западной Европе и Америке нет трамвая без расписаний. В послевоенное время они были введены в Ленинграде и других городах СССР, но все же многие наши трамваи сохраняют неорганизованный метод езды.

До составления расписания должно быть определено время пробега по каждому маршруту, с разбивкой на участки. Для этой цели удобно определить пробеги для всех участков сети, независимо от маршрута, а затем уже подсчитать помаршрутно. Метод определения происходит путем опытных поездок, которые производятся линейными агентами точно по правилам. Некоторые трамваи производят эти поездки ночью. Другие, наоборот, производят измерения в условиях нормальной езды с пассажирами что, несомненно, правильнее. При этом всегда получается разница между разными часами дня, зависящая от большой задержки на остановках вследствие посадки и высадки, от задержек в узлах, от задержек встречными экипажами и вообще уличным движением, от увеличения нагрузки вагонов и вытекающей из этого меньшей скорости. Для трамваев, имеющих остановки по требованию, большую роль играет то обстоятельство, что в часы максимума остановки эти используются гораздо чаще. Так, в Мильвоки в часы максимума общий простой на остановках 15 — 18% от всего времени движения, ночью — только 9 — 10%; в центре города скорость в часы максимума уменьшается на 10 — 15%. В Ричмонде в среднем за рейс делается 34 остановки, в часы максимума — 57, вследствие чего скорость с 14,1 *км* в час падает до 11,5. Измерения в Ленинграде также дали разницу в 8—9%. Поэтому вполне правильна практика многих трамваев (американские города, Берлин, Гамбург, Брюссель), устанавливающая разные пробеги для разных периодов дня. Так, в Берлине с утра до 19 часов малая скорость (14,2 *км* в час), после 19 часов и по праздникам — бо́льшая (15,7). В Брюсселе день разбит на три разных периода:

Американские трамваи обычно устанавливают не менее трех разных скоростей и доходят до шести.

Ленинградский трамвай этой разницы не устанавливает и выходит из положения тем, что фактически в часы максимума укорачивается выстойка на конечном пункте, в остальные — удлиняется против нормы. Однако такое положение не допускает правильного регулирования в середине маршрута и правильного контроля за ездой вожатого. Поэтому установление разных скоростей (пробеги маршрутов) в течение дня безусловно необходимо, особенно для крупных трамваев. При этом невозможно добиться абсолютной точности и нет надобности вести дробление очень далеко. Разница между пробегами по маршруту должна быть не менее 1—2 минут.

В ряде случаев имеется надобность установить разные скорости в обоих направлениях. Таковы участки с длительными подъемами в одну сторону. В часы максимума движение в одном направлении часто гораздо более нагружено, чем в другом, что вызывает более длительные остановки. Если разница достаточно велика, то установление различных пробегов для обоих направлений вполне рационально.

Целесообразно при опытных поездках выявить отдельно время действительной езды и отдельно время, затраченное на остановки, что возможно при помощи секундомера.

Проверку пробегов по маршрутам и отдельным участкам необходимо осуществлять довольно часто. Изменение типа вагонов, моторов, увеличение количества прицепных вагонов, остановок, изменение пассажиро-оборота, уличного движения, правил езды, маршрутов — все это вызывает изменения в пробеге. Поэтому при каждом изменении подобного рода необходимо заново проверить и длительность пробегов. Во всяком случае, всю сеть необходимо проверять не реже одного раза в год.

В советских условиях сурового климата часто зимний пробег существенно отличается от летнего в сторону удлинения. Эта разница также должна быть учтена в расписании.

Большие трудности вызываются наличием на линии вагонов с разными характеристиками моторов. Тихоходные вагоны задерживают быстроходные. В этих случаях пробег приходится устанавливать по тихоходным, требуя от вожатых на быстроходных, чтобы они увеличенным выбегом компенсировали слишком быстрый ход. Трамваи, находящиеся в подобном положении (а большинство трамваев СССР сюда относятся), должны возможно скорее провести общую программу увеличения скорости, однообразную для всех вагонов. Временно необходимо принять меры путем соответственной разбивки вагонов по маршрутам, чтобы совместное движение вагонов с разными скоростями довести до минимума. В частности желательно быстроходные вагоны направлять на окраины, где их скорость может дать наилучший эффект, в виду редких остановок, а тихоходные — в центр.

Второй существенный элемент расписания — выстойка на конечном пункте. Цель этой выстойки, как указано выше, двоякая — исправление нерегулярности движения и отдых бригад. Отношение к первому вопросу зависит от системы наблюдения за регулярностью движения, существующей в данном городе, и от ее успешности. При условиях обычных в настоящее время в Ленинграде и других городах СССР, когда фактически движение регулируется кое-как только на конечном пункте, а в середине маршрута предоставлено воле случая, за рейс в 50—60 мин. накапливается нерегулярность порядка 4—5 мин. в среднем. Поэтому, чтобы суметь исправить данную ошибку в случае опоздания, необходимо дать остановку на конечном пункте не менее 5 минут, да и то известный процент вагонов прибудет на конечный пункт с бо́льшим опозданием, и потому будет отправлен в следующий рейс уже с опозданием. В Америке же и Западной Европе, где регулярность движения восстанавливается все время посредине маршрута и случаи опоздания более 2 мин. редки, такие большие остановки излишни, и по существу можно обойтись без них, считая маршрут как бы круговым.

В отношении отдыха бригад, в Америке часто нет никаких обязательных правил. В СССР отдых для вожатых и кондукторов необходим. Боль-

шинство городов предусматривает подобный пункт в колдоговоре. В Ленинграде, например, на рейс в час по колдоговору требуется 5-минутный отдых и соответственно меньше или больше для более длинных или коротких рейсов. В Германии во многих трамваях в договоре также предусмотрен определенный отдых для бригад.

В Германии длительность остановок получается особенно большой, несмотря на высокую степень регулярности, в первую очередь из-за системы жестких и кратных интервалов (см. ниже). Вследствие этого длительность стойки получается в Берлине в среднем 19%, в Лейпциге 20%, в Кельне 17%, в Вене 13% чистого пробега. В СССР по Ленинграду и Москве имеем, в среднем, 10%. В Америке многие трамваи совершенно не имеют таких остановок или имеют очень малые.

Учитывая необходимость экономии в подвижном составе, мы должны сокращать остановки на конечных пунктах. При нерегулярном движении они неизбежны в размере 10%, что удовлетворяет также и бригады. При регулярном же движении столь большие остановки вызывают излишнюю необходимость увеличения подвижного состава на миллионы рублей. Вполне достаточно в этих условиях применять остановки в 1—2 минуты для исправления нерегулярности за последний контрольный участок. Отдых бригад можно обеспечить, если на маршрут дать больше бригад, чем поездов, и пересаживать их на конечном пункте. Если, например, длина рейса 58 мин. интервал — 6 мин., то даем остановку вагону в 2 мин. на каждом конце, так что всего требуется 20 поездов, бригадам же можем дать по 2 мин. на одном конце и 8 мин. на другом, где они и будут пересаживаться на следующий поезд, так что всего потребуется 21 поездная бригада.

Подобным же образом решается задача и на круговых маршрутах, где, как правило, стойки совершенно не делается, а бригады в определенной точке меняют поезд на следующий, получая отдых в размере одного интервала (Берлин, Москва).

§ 70. Интервалы

Определив, таким образом, время пробега и остановки, а также подсчитав, как указано в главе 13, число вагонов в разные периоды дня, мы можем определить интервал по каждому маршруту. Если t — продолжительность пробега со стойкой, W — число поездов, то интервал

$$i_m = \frac{2t}{W}.$$

В общем случае этот интервал будет числом дробным, что вызывает некоторые неудобства при составлении расписания.

Вследствие этого многие немецкие трамваи применяют систему жестких кратных интервалов. На весь день по маршруту устанавливается однообразный интервал, который в течение часа укладывается целое число раз. Так, в Берлине почти все маршруты (78 из 89) имеют 15-минутный интервал; остальные имеют интервалы в 10, 7 $^1/_2$ и 6 минут. В Кельне, Гамбурге, Дюссельдорфе, Бохуме имеется постоянный 10-минутный интервал на всех маршрутах, и только два маршрута в Гамбурге имеют 5-минутный интервал. В часы максимума на многих маршрутах для усиления движения даются добавочные вагоны (*Einsatzwagen*, *Zusatzwagen*), которые попадают в промежутки между основными. Кроме того, количество вагонов регулируется прицепкой и отцепкой вагонов.

Ряд других немецких трамваев, а также многие американские, применяют систему кратных, но не жестких интервалов. Так, на одном из маршрутов в Лейпциге (маршрут № 6) практикуются следующие интервалы в течение дня:

от	4,36	до	5,10 —	каждые	10 мин.	от	16,00	до	19,45 — каждые 5 мин.
„	5.10	„	7,10 —	„	5 „	„	19,45	„	24,00 — „ 7,5 „
„	7,10	„	7,54 —	„	4 „	„	24,00	„	1,01 — „ 15 „
„	7,54	„	16,00 —	„	6 „				

На одном из маршутов *Public Service Railway* в Америке имеются следующие интервалы:

от	5,15	до	5,45 —	каждые	15 мин.	от	15,30	до	16,30 —	каждые	5 мин.
„	5,45	„	6,00 —	„	$7^1/_2$ „	„	16,30	„	17,10 —	„	4 „
„	6,00	„	6,30 —	„	6 „	„	17,10	„	18,00 —	„	5 „
„	6,30	„	7,20 —	„	5 „	„	18,00	„	8,30 —	„	6 „
„	7,20	„	8,00 —	„	4 „	„	18,30	„	23,10 —	„	8 „
„	8,00	„	8,30 —	„	5 „	„	23,10	„	24,30 —	„	10 „
„	8,30	„	15,30 —	„	6 „	„	24,30	„	1,00 —	„	15 „

Такой же метод применяет и Вена.

В СССР, в частности в Ленинграде, интервалы применяются произвольные. Если, например, пробег со стоянкой занимают 58 мин., а число поездов 18 мин., то средний интервал 116 : 18 = 6,44 мин. В действительности будут соблюдаться 6- и 7-минутные интервалы, так что за полный оборот (18 интервалов) будет 10 интервалов по 6 мин. и 8 по 7, итого 116 мин.

С точки зрения пассажира в городских условиях, вопрос о целом или дробном интервале довольно безразличен. Даже при очень регулярном движении пассажир не может настолько соразмерить свои передвижения, чтобы попасть на остановку в точности к моменту прохождения вагона. Трамваи Германии и Австрии распространяют среди населения в том или ином виде свои расписания, некоторые настолько подробные, что пассажир действительно мог бы по ним ориентироваться. Но все же в городских условиях это цели не достигает. Трамвайное движение нельзя сделать столь точным, как железнодорожное — неизбежно будут отставания и загоны. И сам пассажир не может так точно соразмерить своего времени. Поэтому в городских условиях, при интервалах до 10 минут, время ожидания пассажира будет все же делом случая, и средняя длительность ожидания определяется по теории вероятности.

Жесткий кратный интервал имеет смысл в пригородном движении, где обычно бывает только один маршрут с большим интервалом — 15 — 20 мин. В этом случае замена 14-минутного интервала 15-минутным может быть вполне целесообразна, так как дает пассажиру возможность хорошо запомнить время прохождения поезда через нужную ему остановку.

С точки зрения использования подвижного состава, метод жестких интервалов лишает предприятие возможности достаточно приспособить предложение к спросу в течение дня. Прицепка и отцепка вагонов позволяет регулировать количество вагонов только в пределах ± 50% и сразу на очень большую величину. Прибавка же поездов в часы максимума вносит нерегулярность в самую систему. Если, например, на маршруте в течение всего дня курсируют 12 поездов с 10-минутным интервалом, а в часы максимума добавляются 8 поездов, то при системе жестких интервалов мы за полный оборот (120 мин.) получим 4 интервала по 10 мин. и 16 по 5 мин., тогда как целесообразнее было бы получить 20 интервалов по 6 мин. Если же добавочных вагонов давать столько же, сколько основных, то интервалы получатся равномерные, но приспособление к потребности будет опять-таки очень грубое.

Кратные, меняющиеся в течение дня интервалы, также являются причиной значительного ухудшения в использовании вагонов. Обычно применяют следующие интервалы: 20 мин. (3 раза в час), 15 мин. (4 в час), 12 мин. (5), $7^1/_2$ мин. (8), 6 мин. (10), 5 мин. (12), 4 мин. (15), 3 мин. (20). Если, например, пробег вагона со стоянкой занимает 57 мин., а количество вагонов на маршруте по расчету 13, то расчетный интервал равен 8,77 мин. При системе кратных интервалов необходимо в этом случае дать $7^1/_2$-минутный интервал и 16 поездов, а пробег рейса довести искусственно до 60 мин., т. е. дать излишнюю стоянку в 3 минуты. Таким образом, мы теряем 3 поезда по двум причинам:

1) из-за необходимости подгонки интервала к кратному (7,5 мин.); эта добавка вагонов, правда, идет на пользу пассажиру, но представляет собой уже излишнюю роскошь, и очевидно заставит в другом месте уменьшить составы, т. е. дать одному маршруту лучшее движение по сравнению с другим;

2) из-за необходимости округления пробега до кратного интервала, что вызывает лишние простои на конечных пунктах; по этой причине большинство немецких трамваев и имеют столь высокую потерю подвижного состава и времени бригад на конечных пунктах.

В указанном выше примере вся добавка поездов против расчета составит 3/13 = 23%; из них 18% по первой причине и 5% — по второй.

Положение с кратными интервалами может быть несколько улучшено, если ввести промежуточные интервалы, не выражающиеся в целых минутах, но кратные часа, например 7 раз в час (интервал 8,57 мин.), 9 раз в час (6,66 мин.), 11 раз в час (5,45 мин.), 13 и 14 раз в час (4, 61 мин. и 4,29 мин.). Так, например, при интервале 8,57 мы получили бы в течение часа следующие интервалы: 9 + 8 + 9 + 8 + 9 + 8 + 9 = 60. При этом заполняются пробелы между $7^1/_2$ и 10 мин. 5 и 6, 6 и 7,5, которые особенно часто встречаются в практике.

Можно также ввести интервалы, кратные не одного часа, а двух часов, например, 8 мин. (15 × 8 = 120).

Оба эти метода, уменьшая основной недостаток кратных интервалов — плохое использование вагонов, уменьшают одновременно и основное преимущество — удобство составления и запоминания. В этом отноше, нии несомненно кратные интервалы удобнее, чем произвольные. Так, например вышеприведенная таблица интервалов одного из маршрутов г. Лейпцига представляет собой по существу совершенно законченное расписание и легко может быть запоминаема линейным агентом. Расписание же со свободными интервалами, даже при меньшем количестве режимов в течение дня, не может быть запоминаемо удобно. Еще проще запомнить расписание с жестким интервалом, например 15- или 10-минутным. Для этого достаточно помнить одно какое-либо время отправления.

Таблица 22

МАРШРУТ № 92

Трептов — Розенек 14,108 *км*

Действительно с 26/IX — 1927 г.

БЕРЛИН.

Парк 13 (5)

Парк 20 (5)

Будни

От Трептова

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—	—	—	—	—	6 22	6 37	6 52	7 07	7 22
7 37	7 52	8 07	8 22	8 37	8 52	9 07	9 22	9 37	9 52
10 07	10 22	10 37	10 52	11 07	11 22	11 37	11 52	12 07	12 22
12 37	12 52	13 07	13 22	13 37	13 52	14 07	14 22	14 37	14 52
15 07	15 22	15 37	15 52	16 07	16 22	16 37	16 52	17 07	17 22
17 37	17 52	18 07	18 22*	18 37	18 54*	19 12	19 27	19 42	—
a19 57	a20 12	a20 27	a20 42	a21 02	—	—	—	—	

Стойка 16 минут

От Розенека

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a6 33	a6 48	a7 03	a7 18	a7 33	7 38	7 53	8 08	8 23	8 38
8 53	9 08	9 23	9 38	9 53	10 08	10 23	10 33	10 53	11 08
11 23	11 38	11 53	12 08	12 23	12 38	12 53	13 08	13 23	13 38
13 53	14 08	14 23	14 38	14 53	15 08	15 23	15 38	15 53	16 08
16 23	16 38	17 08	17 23	17 38	17 53	18 08*	18 53*	18 23*	18 38*
18 53	19 08	19 23	19 38	19 53	20 08	20 23	20 43	21 03	—

Стойка 17 минут

a) Между Трептовом и Ферберлинерплатц.
* С 19,00 — сокращенное время пробега.

Вагоны 1 — 5 из парка 13			Вагоны 6 — 10 из парка 20		
км	В будни до 19 00	Время пробега	до 19 00	с 19 00	В будни после 19 00
1,6	7½—22½—37½—52½	Трептов	5½	5	6½—21½—36½—51½
1,6	13 —28 —43 —58	Герлицкая улица	7½	6	1 —16 —31 —46
1,0	20½—35½—50½— 5½	Морицплац	4½	3½	53½— 8½—23½—38½
1,2	25 —40 —55 —10	Ерузалемеркирхе	6	6	49 — 4 —19 —34
1,3	31 —46 — 1 —16	Асканиерплац	6½	6	43 —58 —13 —28
1,2	37½—52½— 7½—22½	Потсдамерштр.	4½	4½	36½—51½— 6½—21½
1,2	42 —57 —12 —37	Ноллендорфплац	4½	4	32 —47 — 2 —17
2,4	46½— 1½—16½—31½	Нюрнбергерштр.	9	8	27½—42½—57½—12½
2,6	55½—10½—25½—40½	Фербеллинерплац	10½	8½	18½—33½—48½— 3½
	6 —21 —36 —51	Розенек			8 —23 —38 —53
14,1			58½	51½	

Максимальные скорости

От Трептова до Скалицерштрассе	25	*км* в час
„ Скалицерштрассе до Гафекплац	20	„
„ Гафекплац до Карлсбад	10	„
„ Карлсбад до Люцовплац	20	„
„ Люцовплац до Розенек	25	„

Это позволяет дать простые таблицы времени прохождения поездом контрольных пунктов (см. расписание г. Берлина, таблица 22), что важно с точки зрения соблюдения регулярности и облегчает работу линейных агентов, наблюдающих за движением вагонов. При жестком интервале, одинаковом для всех маршрутов города, немцы имеют в виду еще добиться правильного чередования разных маршрутов на совместных участках. Если, например, три маршрута с 15-минутным интервалом совместно идут по одной улице, то мы подгоняем их время отправки с конечных пунктов так, чтобы на совместном участке они шли с интервалом 5 минут. В этом направлении прорабатываются графики разных маршрутов в Берлине, Кельне и некоторых американских городах. При этом, однако, мы на систему жестких интервалов налагаем еще одно ограничение: на маршрутах с совместными участками должны быть подобраны стоянки на обоих конечных пунктах, чтобы обеспечить правильное чередование в обоих направлениях. Так, например, если мы имеем два маршрута с 10-минутным интервалом: *AEFB* и *CEPD* (рис. 166) и действительные пробеги участков равны *AE* — 13 мин., *CE* — 23 мин., *EF* — 18 мин., *FB* — 11 мин., *FD* — 20 мин., то маршрут *AB* сам по себе мог бы иметь 9 поездов со стоянками по 3 мин. на каждом конце; *CD* — 13 поездов, со стоянками по 4 мин. Если же мы оба маршрута поставим в интервале по 5 мин. при движении от *A* к *B* и от *C* к *D*, а также дадим на *B* стоянку 3 мин., то пробег *FB* и *BF* обратно со стоянкой в *B* потребует 11 + 3 + 11 = 25 мин. Пробег же *FD* туда и обратно равен 40 мин., и, следовательно, стоянка в *D* не может быть 4 мин., она должна быть или 0 или 10 мин. В некотором случае это может заставить дать еще лишнюю стоянку одному из маршрутов против того, что вообще необходимо для жесткого интервала. Кроме того, если мы маршруты *A* и *B* совместим на каком-либо участке, *B* и *C* на другом, то *A* и *C* на их совместном участке могут оказаться совсем неудачно расположенными один по отношению к другому (рис. 167).

Подводя итоги, можно сказать, что система кратных интервалов, дающая небольшие преимущества и удобства, создает излишнюю потребность в подвижном составе, и потому должна быть отвергнута. Система жестких интервалов, имея несколько бо́льшие преимущества улучшения регулярности, создает зато совершенно неприемлемое использование вагонов, и потому также должна быть отвергнута. В городских условиях система произвольных интервалов является наиболее целесо-

образной. Если она и труднее в составлении и запоминании, то зато она и дает наибольшее обслуживание пассажира при заданном числе вагонов, что, конечно, является фактором решающим. Исключение следует делать для пригородных участков с редким движением, где недостатки этой системы не особенно чувствительны, но зато пассажир экономит время ожидания.

§ 71. Образцы расписаний

Форма расписания при жестком интервале (Берлин) показана на табл. 22. Все отправки данного поезда показаны в вертикальном столбце. Оба направления показаны отдельно. Для указания времени прохождения через контрольные пункты, внизу приложена таблица, годная на все часы дня и содержащая по 4 столбца в каждую сторону соответственно 15-минутному интервалу. В таком виде расписание напечатано и действительно удобно для пользования бригадами и линейными агентами. Поскольку интервал жесткий, расписание не меняется годами. Вне расписания идут так называемые добавочные вагоны, которые назначаются по усмотрению управления и количество которых изменяется в связи с условиями.

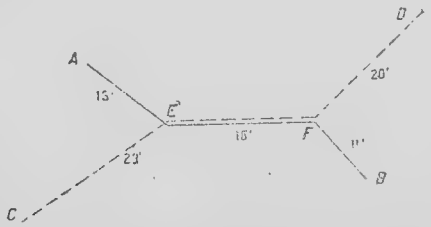


Рис. 166. Совмещение интервалов для 2-х маршрутов с совместным участком.

Рис. 167. Совмещение интервалов для 3-х маршрутов с совместными участками.

Образец полужесткого расписания г. Кельна показан в таблице 23 Здесь интервал утром и вечером по 15 мин., а весь день — 10 мин. Каждому поезду соответствует вертикальный столбец, в котором показаны отправление, прибытие на второй конечный пункт, отправление с последнего, прибытие на первый и т. д., по очереди. В таком виде это расписание удобно для линейного персонала. Для населения выпускается печатное расписание в виде таблицы 24, где показано и время прохождения промежуточных пунктов.

Пример расписания при кратных нежестких интервалах (Вена) показан в таблице 25. Здесь все отправления и прибытия каждого поезда показаны в горизонтальной строке.

Подобное же расписание, с несколько иным порядком отправлений с конечных пунктов, показано в таблице 26. Оно относится к маршруту Clifton Line на трамвае Public Serwice Railway, интервалы которого уже выше были показаны.

Пример расписания с произвольными интервалами показан в таблице 27. Это расписание маршрута № 26 ленинградского трамвая.

§ 72. Некоторые специальные случаи

При комбинации чередующихся интервалов необходимо обратить внимание на то, чтобы интервалы чередовались возможно лучше. Так, например, если пробег рейса со стоянкой равен 56, а количество вагонов на маршруте 17, то средний интервал равен $\frac{2.56}{17} = 6{,}59$ мин., т. е. мы будем иметь чередование шести- и семиминутных интервалов, а именно за полный оборот (17 интервалов) будет 10 интервалов по 7, и 7 интервалов по 6 минут. Было бы неправильно сконцентрировать все семиминутные интервалы, а затем дать все шестиминутные, или например дать цикл $7+7+6+7+7+6+7+7+6+7+6+7+6+7+6+7+6$.

МАРШРУТ № 5

Летнее расписание 1928 г.

Моторные и первые прицепные вагоны	IV	3	V	4	1	II	5	1	III	2
	5 54 из п.	5 18 из п.	6 15 из п.	5 28 из п.	5 00 из п.	5 15 из п.	6 10 из п.	5 01 из п.	5 42 из п.	5 01 из п.
Будни	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 09
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 13
от Arnoldshôhe	—	—	—	—	5 06	5 21	—	5 38	5 48	5 54
	—	—	—	—	5 13	5 28	—	5 43	5 43	6 03
	—	5 26	—	5 36	5 53	6 08	6 18	6 23	6 33	6 43
„ Takuplatz	—	5 28	—	5 43	5 58	6 10	6 20	6 30	6 40	6 50
Прибытие на Arnoldshôhe	6 00	6 09	6 21	6 24	6 39	6 51	7 01	7 11	7 21	7 31
Отправка от „	6 13	6 23	6 33	6 43	6 52	7 03	7 13	7 23	7 33	7 43
Прибытие на Takuplatz	6 53	7 03	7 13	7 23	7 33	7 43	7 53	8 03	8 13	8 23
Отправка от „	7 00	7 10	7 20	7 30	7 40	7 50	8 00	8 10	8 20	8 30
	7 41	7 51	8 01	8 11	8 21	8 31	8 41	8 51	9 01	9 11
	7 53	8 03	8 13	8 23	8 33	8 43	8 53	9 03	9 13	9 23
	8 33	8 43	8 53	9 03	9 13	9 23	9 33	9 43	9 53	10 03
	8 40	8 50	9 00	9 10	9 20	9 30	9 40	9 50	10 00	10 10
	9 21	9 31	9 41	9 51	10 01	10 11	10 21	10 31	10 41	10 51
	9 33	9 43	9 53	10 03	10 13	10 23	10 33	10 43	10 53	11 03
	10 13	10 23	10 33	10 43	10 53	11 03	11 13	11 23	11 33	11 43
	10 20	10 30	10 40	10 53	11 00	11 10	11 20	11 30	11 40	11 50
	11 01	11 11	11 21	11 31	11 41	11 51	12 01	12 11	12 21	12 31
	11 13	11 23	1 33	11 43	11 53	12 03	12 13	12 23	12 33	12 43
	11 53	12 03	12 13	12 23	12 33	12 43	12 53	13 03	13 13	13 23
	12 00	12 10	12 20	12 30	12 40	12 50	13 00	13 10	13 20	13 30
	12 41	12 51	13 01	13 11	13 21	13 31	13 41	13 51	14 01	14 11
	12 53	13 03	13 13	13 23	13 33	13 43	13 53	14 03	14 13	14 23
	13 33	13 43	13 53	14 03	14 13	14 23	14 33	14 43	14 43	15 03
	13 40	13 50	14 00	14 10	14 20	14 30	14 40	14 50	15 00	15 10
	14 21	14 31	14 41	14 51	15 01	15 11	15 21	15 31	15 41	15 51
	14 33	14 43	14 53	15 03	15 13	15 23	15 33	15 43	15 53	16 03
	15 13	15 23	15 33	15 43	15 53	16 03	16 13	16 23	16 33	16 43
	15 20	15 30	15 40	15 50	16 00	16 10	16 20	16 30	16 40	16 50
	16 01	16 11	16 21	16 31	16 41	16 51	17 01	17 11	17 21	17 31
	16 13	16 23	16 33	16 43	16 53	17 03	17 13	17 23	17 33	17 43
	16 53	17 03	17 13	17 23	17 33	17 43	17 53	18 03	18 13	18 23
	17 00	17 10	17 20	17 30	17 40	17 50	18 00	18 10	18 20	18 30
	17 41	17 51	18 01	18 11	18 21	18 31	18 41	18 51	19 01	19 11
	17 53	18 03	18 13	18 23	18 33	18 43	18 53	19 03	19 13	19 23
	18 33	18 43	18 53	19 03	19 13	19 23	19 33	19 43	19 53	20 03
	18 40	18 50	19 00	19 10	19 20	19 30	19 40	19 50	20 00	20 10
	19 21	19 31	19 41	19 51	20 01	20 10	20 21	20 31	20 41	20 51
	19 33	19 43	19 53	20 03	20 13	20 23	20 33	20 43	20 53	21 03
	20 13	20 23	20 33	20 43	20 53	21 03	21 13	20 23	20 33	20 43
	20 20	20 30	20 40	20 50	21 00	21 13	21 28	(21 29)	21 43	21 58
	21 01	21 11	21 21	21 31	21 41	21 54	22 09	—	22 24	22 39
	(21 03)	21 18	21 33	(21 41)	21 48	22 03	22 18	—	22 33	22 48
	—	21 58	22 13	—	22 28	22 43	22 58	—	23 13	23 28
	—	22 13	22 28	—	22 43	22 58	23 13	—	23 28	23 43
	—	22 54	23 09	—	23 24	23 39	23 54	—	00 09	00 24
	—	23 03	23 18	—	23 33	23 48	00 03	—	00 18	00 33
	—	23 43	23 58	—	00 13	00 28	00 43	—	00 58	1 13
	—	23 58	0 13	—	0 28	0 43	(0 43)	—	(0 58)	(1 13)
	—	0 39	0 54	—	1 09	1 24	—	—	—	—
	—	0 50	(0 56)	—	(1 11)	(1 26)	—	—	—	—
	—	1 30	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	(1 30)	—	—	—	—	—	—	—	—
	21 09 в п.	1 38 в п.	1 02 в п.	22 17 в п.	1 17 в п.	1 33 в п.	0 51 в п.	21 37 в п.	1 36 в п.	1 21 в п.

Километры моторных и первых прицепных вагонов:

Парк Süd 111 рейсов Arnoldshôhe—Takuplatz . . . . . на 9 192 = 1 020 312 *км*
9 „ Takuplatz парк Süd . . . . . по 1 640 = 14 760 „
1 „ „ . . . . . „ 7 552 = 7 552 „
1 042 624 *км*

Парк Efeld 108 рейсов Arnoldshôhe—Takuplatz . . . . . по 9 192 = 992 736 *км*
2 „ „ парк Efeld . . . . . „ 7 707 = 15 414 „
8 „ „ Takuplatz „ „ . . . . . „ 1 905 = 15 240 „
1 023 390 *км*

Итого . . . 2 066 014 *км*

Таблица 24

МАРШРУТ № 5

Из расписания маршрутов

Takuplatz — памятник имп. Вильгельму — Neumarkt — Weidmarkt — Chlodwigplatz — Manusfeld — Arnoldshöhe

Цвета — белый красный

Протяжение — 9,2 *км*

Будни

	мин.																
Takuplatz	—	—	5 13	5 28	5 43	5 58	6 10	6 20	Каждые 10 мин.	21 00	21 13	21 28	21 43	21 58	Каждые 15 мин.	0 43	0 58
Ehrenf. ж. д.	5	—	5 18	5 33	5 48	6 03	6 15	6 25		21 05	21 18	21 33	21 48	22 02		0 48	1 03
Gutenbergstr	1	5 03	5 19	5 34	5 49	6 04	6 16	6 26		21 06	21 19	21 34	21 49	22 04		0 49	1 04
Памятник имп. Вильгельму	5	5 08	5 24	5 39	5 54	6 09	6 21	6 31		21 11	21 24	21 39	21 54	22 09		0 54	1 09
Neumarkt	8	5 16	5 32	5 47	6 02	6 17	6 20	6 39		21 19	21 32	21 47	22 02	22 17		1 02	1 17
Weidmarkt	6	5 22	5 38	5 53	6 08	6 23	6 35	6 45		21 25	21 38	21 53	22 08	22 23		1 08	1 23
Chlodwigpl	7	5 29	5 45	6 00	6 15	6 30	6 42	6 52		21 32	21 45	22 00	22 15	22 30		1 15	1 30
Manusfeld	5	5 34	5 50	6 05	6 20	6 35	6 47	6 57		21 37	21 50	22 05	22 20	22 35		1 20	—
Arnoldshöhe	4	5 38	5 54	6 09	6 24	6 39	6 51	7 01		21 41	21 54	22 09	22 24	22 39		1 24	—
Arnoldshöhe	—	5 13	5 28	5 43	5 53	6 03	Каждые 10 мин.	21 03	21 18	21 33	21 41	21 48	22 03	22 18	Каждые 15 мин.	0 33	0 50
Manusfeld	4	5 17	5 32	5 47	5 57	6 07		21 07	21 22	21 37	21 45	21 52	22 07	22 22		0 37	0 54
Chlodwigpl	5	5 22	5 37	5 52	6 02	6 12		21 12	21 27	21 42	21 50	21 57	22 12	22 27		0 42	0 59
Weidmarkt	7	5 29	5 44	5 59	6 09	6 19		21 19	21 34	21 49	21 57	22 04	22 19	22 34		0 49	1 06
Neumarkt	6	5 35	5 50	6 05	6 15	6 25		21 25	21 40	21 55	22 03	22 10	22 25	22 40		0 55	1 12
Памятник имп. Вильгельму	7	5 42	5 57	6 12	6 22	6 32		21 32	21 47	22 02	22 10	22 17	22 32	22 47		1 02	1 19
Gutenbergstr	5	5 47	6 02	6 17	6 27	6 37		21 37	21 52	22 07	22 15	22 22	22 37	22 52		1 07	1 24
Ehrenf. ж. д.	1	5 48	6 03	6 18	6 28	6 38		21 38	21 53	22 08	—	22 23	22 38	22 53		1 08	1 25
Takuplatz	5	5 33	6 08	6 23	6 33	6 43		21 43	21 58	22 13	—	22 28	22 43	22 58		1 13	1 30

Вена

Зимнее расписание 1927—28 гг.

МАРШРУТ № 63

Парк Wienzeile—Оперное кольцо

		От Wzl	От Оп.	Приб. Wzl	От Wzl	От Оп.	Приб. Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.
1		5 38	6 02	6 31	6 38	7 02	7 31	7 36	8 00	8 29	8 34	8 58	(9 27)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	—	—	7 39	8 03	(8 32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2		5 46	6 10	6 39	6 44	7 08	7 37	7 42	8 06	8 55	8 38	9 02	9 31	9 34	9 58	10 17	10 34	10 58	11 27	11 35	11 59	12 28	12 35	12 59	13 28	13 35	13 59	14 28		
	9	—	—	—	6 50	7 14	7 43	7 46	8 10	8 39	8 42	9 06	9 35	9 40	10 04	10 33	10 40	11 04	11 33	11 40	12 04	12 33	12 40	13 04	13 33	13 40	14 04	14 33		
3		5 54	6 18	6 47	6 54	7 18	7 47	7 50	8 14	8 43	8 46	9 10	(9 39)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	10	—	—	—	6 58	7 22	7 51	7 54	8 18	8 47	8 50	9 14	9 43	9 46	10 10	10 39	10 45	11 09	11 38	11 45	12 09	12 38	12 45	13 09	13 38	13 45	14 09	14 38		
4		6 02	6 26	6 55	7 02	7 26	7 55	7 58	8 22	8 51	8 54	9 18	9 47	9 52	10 16	10 45	10 50	11 14	11 43	11 50	12 14	12 43	12 50	13 14	13 43	13 50	14 14	14 48		
	11	—	—	—	7 06	7 30	7 59	8 02	8 26	8 55	8 58	9 22	9 51	9 58	10 22	10 51	10 55	11 19	11 48	11 55	12 19	12 48	12 55	13 19	13 48	13 55	14 19	14 48		
5		6 10	6 34	7 03	7 10	7 34	8 03	8 06	8 30	8 59	9 04	9 28	9 57	10 04	10 28	10 57	11 00	11 24	11 53	12 00	12 24	12 53	13 00	13 24	13 53	14 00	14 24	14 53		
	12	—	—	—	7 14	7 38	8 07	8 10	8 34	(9 03)	—	—	—	—	—	—	11 05	11 29	11 58	12 05	12 29	12 58	13 05	13 29	13 58	14 05	14 29	14 58		
6		6 18	6 42	7 11	7 16	7 40	8 09	8 14	8 38	9 07	9 10	9 34	10 03	10 10	10 34	11 03	11 10	11 34	12 03	12 10	12 34	13 03	13 10	13 34	14 03	14 10	14 34	15 03		
	13	—	—	—	7 19	7 43	(8 12)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	14	—	—	—	7 21	7 45	8 14	8 18	8 42	9 11	9 16	9 40	10 09	10 16	10 40	11 09	11 15	11 39	12 08	12 15	12 39	13 08	13 15	13 39	14 08	14 15	14 39	15 08		
7		6 26	6 50	7 19	7 24	7 48	8 17	8 22	8 46	(9 15)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	15	—	—	—	7 26	7 50	(8 19)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	16	—	—	—	7 29	7 53	8 22	8 26	8 50	9 19	9 22	9 46	10 15	10 22	10 46	11 15	11 20	11 44	12 13	12 20	12 44	13 13	13 20	13 44	14 13	14 20	14 44	15 13		
8		6 32	6 56	7 25	7 31	7 55	8 24	8 30	8 54	9 23	9 28	9 52	10 21	10 28	10 52	11 21	11 25	11 49	12 18	12 25	12 49	13 18	13 25	13 49	14 18	14 25	14 49	15 18		
	7	—	—	—	7 34	7 58	(8 27)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 30	11 54	12 23	12 54	13 23	13 30	13 54	14 23	14 30	14 54	15 23	15 23		

		От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl	От Оп.	От Wzl
2		14 35	14 59	15 28	15 35	15 59	16 28	16 35	16 59	17 28	17 35	17 59	18 28	18 35	18 59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	14 40	15 04	15 33	15 40	16 04	16 33	16 40	17 04	17 33	17 40	18 04	18 33	18 40	19 04	19 33	19 36	20 00	(20 29)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	14 45	15 09	15 38	15 45	16 09	16 38	16 45	17 09	17 38	17 45	18 09	18 38	18 45	19 09	19 38	19 42	20 06	20 35	20 40	21 04	21 33	22 40	23 04	23 00	23 38	0 02	(0 31)		
4		14 50	15 14	15 43	15 50	16 14	16 43	16 50	17 14	17 43	17 50	18 14	18 43	18 50	19 14	19 43	12 48	20 12	(20 41)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	14 55	15 19	15 48	15 55	16 19	16 48	16 55	17 19	17 48	17 55	18 19	18 48	18 55	19 19	19 48	19 54	20 18	20 47	20 50	21 14	21 43	22 50	23 14	23 43	23 46	0 10	(0 39)		
5		15 00	15 24	15 53	16 00	16 24	16 53	17 00	17 24	17 53	18 00	18 24	18 53	19 00	19 24	19 53	20 00	20 24	20 53	21 00	21 24	21 53	23 00	23 24	(23 53)	—	—	—		
	12	15 05	15 29	1 58	16 05	16 29	16 58	17 05	17 29	17 58	18 05	18 29	(18 58)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
6		15 10	15 34	16 0[illegible]	16 10	16 34	17 03	17 10	17 34	18 03	18 10	18 34	19 03	19 06	19 30	(19 59)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	14	15 15	15 39	16 08	16 15	16 39	17 08	17 15	17 39	18 08	18 15	18 39	19 08	19 12	19 36	20 05	20 10	20 34	21 03	21 10	21 34	22 03	23 10	23 34	(0 03)	—	—	—		
	16	15 20	15 44	16 13	16 20	16 44	17 13	17 20	17 44	18 13	18 20	18 44	19 13	19 18	19 42	(20 11)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
8		15 25	15 49	16 18	16 25	16 49	17 18	17 25	17 49	18 18	18 25	18 49	19 18	19 24	19 48	20 17	20 20	20 44	21 13	21 20	21 44	22 13	23 20	23 44	(0 13)	—	—	—		
	7	15 30	15 54	16 23	16 30	16 54	17 23	17 30	17 54	18 23	18 30	18 54	19 23	19 30	19 54	20 23	20 30	20 54	21 23	21 30	21 54	22 23	23 30	23 54	(0 23)	—	—	—		

Вагонов: утром—18+36, до полудня—10+10, днем—12+24, по полудни—12+24, вечером—12+24. Оборотов—197, из них: с двумя прицепными — 135.

Таблица 26

Будни

МАРШРУТ КЛИФТОН-ЛАЙН

Publvic Service Railway.

Расписание № 6941, действительно с 28 декабря 1923 г. вместо № 6845

Поезд №	Смена №	Elizabeth & Lyons — Clifton & Bloomfield																							
1	(1)	5 06	5 15	6 24	7 32	8 42	9 98	10 54	12 00	1 06	—	2 12	3 18	—	—	4 25	5 35	6 46	7 50	8 54	9 58	11 02	12 10	1 13	от
		—	—	—	—	—	—	—	—	(4)	2 01	—	—	18)	4 13	—	—	—	—	—	—	-	—	—	1 21
		из п.	5 48	6 57	8 05	9 15	10 21	11 27	12 33	1 39	—	2 45	3 51	—	—	4 58	6 09	7 18	8 22	9 26	10 30	11 34	12 42	—	в п. от
		—	—	—	7 40	8 48	9 54	11 00	12 06	—	1 12	2 18	3 24	—	—	4 30	5 40	6 45	—	—	—	—	—	—	—
2	(9)	—	—	7 31	—	—	—	—	—	(6)	—	—	—	(13)	4 19	—	—	—	6 53	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	8 13	9 21	10 27	11 33	12 39	1 01	1 45	2 51	3 57	—	—	5 03	6 14	-	в п.	—	—	—	—	—	—
		—	5 30	6 35	7 44	8 54	—	10 00	11 06	12 12	11 18	2 24	3 30	—	—	4 38	5 50	7 02	8 06	9 10	10 14	11 20	12 30	1 33	—
3	(3)	5 21	—	—	—	—	(7) 9	—	—	—	—	—	—	(20)	4 25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 41
		из п.	6 03	7 08	8 17	9 27	9 40	10 33	11 39	12 45	1 51	2 57	4 03	—	—	5 12	6 24	7 34	8 38	9 42	10 46	11 52	1 02	—	в п.
		—	6 36	6 45	7 52	9 00	10 06	—	—	11 12	12 18	1 24	2 30	—	—	—	3 40	4 50	5 55	—	—	—	—	—	—
4	(10)	—	—	—	—	—	—	(3)	—	—	—	—	—	(9)	2 38	—	—	—	—	6 02	—	—	—	—	—
		—	из п.	7 18	8 25	9 33	—	10 14	10 39	11 45	12 51	1 57	—	—	—	3 03	4 13	5 24	—	в п.	—	—	—	—	
		—	5 45	6 50	7 56	2 06	—	10 12	11 18	12 24	1 30	2 36	3 45	—	—	4 54	6 06	7 18	8 22	9 26	10 30	11 40	12 45	1 48	—
5	(5)	5 36	—	—	—	—	(8)	—	—	—	—	—	—	(21)	4 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 56
		из п	6 18	7 23	8 29	9 39	10 01	10 45	11 51	12 57	2 03	3 09	4 18	—	—	5 28	6 40	7 50	8 54	9 58	11 02	12 12	1 17	—	в п.
		5 44	5 53	7 00	8 05	9 12	10 18	11 24	12 30	—	—	—	1 36	2 42	3 50	4 58	6 03	—	—	—	—	—	—	—	—
6	(4)	—	—	—	—	—	—	—	—	(10)	12 38	—	—	—	—	—	—	6 11	—	—	—	—	—	—	—
		из п.	6 26	7 33	8 38	9 45	10 51	11 57	—	—	—	1 03	2 09	3 15	4 23	5 32	—	в п.	—	—	—	—	—	—	—
		5 51	6 0	7 05	8 10	9 18	10 24	11 30	12 36	1 42	—	—	2 48	—	—	3 55	5 02	6 12	7 17	—	—	—	—	—	—
7	(2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(15)	2 37	—	(24)	3 43	—	—	—	—	7 25	—	—	—	—	—
		из п.	6 33	7 38	8 43	9 51	10 57	12 03	1 09	2 15	—	—	3 21	—	—	4 28	5 36	6 46	—	в п.	—	—	—	—	—
		—	7 01	7 10	8 15	9 24	10 30	11 36	12 42	—	—	1 48	2 54	4 05	5 15	6 20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	(13)	—	—	—	—	—	—	—	—	(11)	1 37	—	—	—	—	—	6 28	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	из п.	7 43	8 48	9 57	11 03	12 09	1 15	—	—	2 21	3 27	4 38	5 48	—	в п.	—	—	—	—	—	—	—	—
		5 57	6 06	7 15	8 20	9 30	10 36	—	—	11 42	12 48	1 54	3 00	4 10	—	—	5 20	6 30	7 42	8 46	9 50	10 54	12 00	1 03	—
9	(6)	—	—	—	—	—	—	(5)	11 31	—	—	—	—	—	(17)	4 43	—	—	—	—	—	—	—	—	1 11
		из п.	6 39	7 48	9 13	10 03	11 09	—	—	12 15	1 21	2 27	3 33	—	4 18	—	5 54	7 04	8 14	9 18	10 22	11 26	12 32	—	в п.
		6 09	6 18	7 24	8 30	9 36	10 42	—	—	—	11 48	12 54	2 00	3 06	4 15	5 25	6 38	7 41	—	—	—	—	—	—	—
10	(23)	—	—	—	—	—	—	(14)	10 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 49	—	—	—		—	—
		из п.	6 51	7 57	9 03	10 09	—	—	—	11 15	12 21	1 27	2 33	3 39	4 48	5 59	7 10	—	в п.	—	—	—	—	—	—
		—	7 19	7 28	8 36	9 42	10 48	—	—	11 34	1 00	2 06	3 12	4 20	5 30	6 35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	(11)	—	—	—	—	—	—	(12)	11 43	—	—	—	—	—	—	—	6 43	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	из п.	8 01	9 09	10 15	11 21	—	—	12 27	1 33	2 39	3 45	4 53	6 04	—	в п.	—	—	—	—	—	—	—	—
		6 03	6 12	7 20	8 25	9 29	—	—	—	—	—	3 43	—	4 46	6 00	7 10	8 14	9 18	10 22	11 30	12 33	—	—	—	—
12	(24)	—	—	—	—	—	9 37	—	—	—	(16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12 11	—	—	—
		из п.	6 45	7 53	8 58	—	в п.	—	—	—	—	из п.	4 08	5 20	6 34	7 42	8 46	9 50	10 54	12 02	—	в п.	—	—	—
		6 21	6 30	7 36	8 40	—	—	—	—	—	—	4 08	—	5 10	6 24	7 34	8 38	9 42	10 46	11 49	—	—	—	—	—
13	(12)	—	—	—	—	8 48	—	—	—	—	(15)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 57	—	—	—	—
		из п.	7 03	8 09	—	в п.	—	—	-	—	—	из п.	4 33	5 44	6 58	8 06	9 10	10 14	11 18	—	в п.	—	—	—	—

ПРОБЕГИ | ИНТЕРВАЛЫ | РАБОТА СМЕН

		из п.	7 03	8 01	—	в п.	—	—	—	—	—	из п.	4 33	5 44	6 58	8 06	9 10	10 14	11 18	—	в п.	—	—	—	—

ПРОБЕГИ			ИНТЕРВАЛЫ			РАБОТА СМЕН				
						См. №	от — до	от — до	от — до	Итого:
30	15	Elizabeth & Lyons av	—	От Elir. & Lyons	От Clift. & Bloomf					
25	3	Hausthorn av	5	„ 5 15 до	„ 5 48 до					
22	4	Парк	3 — 8	5 45—15 мин.	6 18—15	1	5 06— 2 01	—	—	8 55
						2	5 51— 2 37	—	—	8 46
18	6	Avon & Belmont	4 —12	6 00— 7,5	6 33— 7,5	3	5 51— 9 49	10 14— 2 38	—	8 52
						4	5 44—12 38	2 01— 2 13	—	9 06
12	3½	Springfield av	6 —18	6 30— 6	7 03— 6	5	5 36—10 01	11 31— 4 18	—	9 12
						6	5 57—11 31	1 01 - 4 18	—	8 52
8½	4	Norfolk av	3½—21½	7 20— 5	7 53— 5	7	6 31— 9 00	9 49— 4 25	—	9 10
						8	6 46— 9 12	10 01— 4 40	—	9 10
—	4½	Orange Str.	4 —25½	8 00— 4	8 33— 4	9	7 51— 1 01	2 38— 6 03	—	9 00
						10	6 36—10 14	12 38— 6 11	—	9 16
—	—	Bloomf & Glifton	4½—30	8 30— 5	9 03— 5	11	7 19—11 43	1 37— 6 28	—	9 20
						12	6 21— 8 48	11 43— 6 43	—	9 37
				3 30— 6	4 03— 6	13	7 01— 1 37	4 19 - 6 53	—	9 15
						14	—	—	10 50 — 7 49	9 01
				4 30— 5	5 03— 5	15	—	2 37— 3 43	4 08 —11 57	9 00
						16	—	—	3 43 —12 41	9 03
				5 10— 4	5 44— 9	17	—	—	4 18— 1 11	8 58
						18	—	—	4 13— 1 21	9 13
				6 00— 5	6 34— 5	19	—	—	4 42— 1 31	8 54
						20	—	—	4 25— 1 41	9 11
				6 30— 6	7 10— 6	21	—		4 40— 1 56	9 21
						22	—	—	—	—
				11 10— 8	11 42 - 8	23	6 09—10 42	—	—	на др.
				12 30—10	11 02—10	24	6 03— 9 37	3 43— 7 25	—	7 26
				1 00—15	1 32—15					

МАРШРУТ № 26

Протяжение 17 878 *км*

Будничное расписание № 2

С 12-го января 1930 г.

Пробег: Маршрутные — Косая линия	Мин.	Парки	Конечные пункты	От парка до конеч. пункта	От конеч. пункта до места смен	Сменные пункты
Пр. Пролет. Победы	3	—	—	—	—	
8-я линия уг. Средн. пр	6	—	2-й Муринск. пр.	26	27	На пл. Революции
1-я линия	2	Блох.	—	—	—	
Уг. Блохина	5	—	Косая линия	30	26	
Уг. Розы Люксембург	3	—	—	—	—	
Пл. Революции	7	—	2-й Муринск. пр.	42	34	Ул. Розы Люксембург и просп. Либкнехта
Вульфова ул.	3	Скорох.	—	—	—	
Нижегородская ул.	6	—	Косая линия	28	19	
Батенина ул.	7	—		—	—	
1-й Муринский пр.	5	—	2-й Муринск. пр.	5	6	У 1-го Муринского просп.
Сердобольская ул.	8	Калин.	—	—	—	
2-й Муринский пр.	3	—	Косая линия	52	47	
Итого чистый пробег	53	—	—	—	—	—

Парки	Трехсмен. Мот.	Трехсмен. Приц.	Двухсмен. спускных Мот.	Двухсмен. спускных Приц.	Двухсмен. литерных Мот.	Двухсмен. литерных Приц.	Односмен. Мот.	Односмен. Приц.	Всего Мот.	Всего Приц.
Блохина	5	5	—	—	—	—	—	—	5	5
Скороходова	5	5	—	—	—	—	—	—	5	5
Калинина	2	2	—	—	3	3	—	—	5	5
Итого	12	12	—	—	3	3	—	—	15	15

Стойка у Косой линии . . . . . 6 мин.
„ у 2-го Муринского проспекта . . . . . 6 „
Средний пробег . . . . . 59 „

5 50 — 8 30 Вагон	5 50 — 8 30 Интерв.	8 30 — 15 00 Вагон	8 30 — 15 00 Интерв.	15 00 — 20 00 Вагон	15 00 — 20 00 Интерв.	20 00 — 24 18 Вагон	20 00 — 24 18 Интерв.	— Вагон	— Интерв.
15	7	12	9	15	7	12	9	—	—
15	8	12	10	15	8	12	10	—	—

Парки: Блох. Поряд. вып. вагонов и наимен.	Скор. Поряд. вып. вагонов и наимен.	Калин. Поряд. вып. вагонов и наимен.	Выпуск из парка	1 К	2 М	3 К	4 М	5 К	6 М	II смена	7 К	8 М	9 К	10 М
—	—	11 к.	5 39	—	6 50	6 59	7 58	5 58	9 57	13 41	10 56	11 55	12 54	13 53
—	—	12-а	14 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	13 к.	5 49	—	6 0	7 8	8 6	9 8	10 7	13 51	11 6	12 5	13 4	14 3
1 к.	—	—	5 38	—	6 10	7 17	8 14	9 18	10 17	12 42	11 16	12 15	13 14	14 13
2 „	—	—	5 48	—	6 20	7 26	8 22	9 27	10 26	12 51	11 25	12 24	13 23	14 22
—	—	15 л.	6 37	—	6 52	7 45	8 30	—	—	—	—	—	—	—
3 к.	—	—	5 58	—	6 30	7 36	8 38	9 37	10 36	10 3	11 35	12 34	13 39	14 32
—	—	14-а	14 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 к.	—	—	6 8	—	6 40	7 45	8 48	9 47	10 46	14 9	11 45	12 44	13 43	14 42
—	6 к.	—	5 16	5 50	6 50	7 54	8 58	9 57	10 56	11 30	11 55	12 54	13 53	14 52
—	7 „	—	5 28	6 2	7 0	8 3	9 8	10 7	11 6	11 40	12 5	13 4	14 3	15 2
—	—	15-а	14 59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 10
—	8 к.	—	5 40	6 14	7 10	8 11	9 18	10 17	11 16	11 50	12 15	13 14	14 13	15 18
				Пл. В.										
—	—	12 л	5 43	6 15	7 19	8 19	—	—	—	—	—	—	—	—
—	9 к.	—	5 51	6 25	7 27	8 26	9 28	10 27	11 26	10 2	12 25	13 24	14 23	15 26
—	10 „	—	6 2	6 36	7 35	8 34	9 38	10 37	11 36	14 8	12 35	13 34	14 33	15 34
				Пл. В.										
—	—	14 л.	6 8	6 40	7 43	8 42	—	—	—	—	—	—	—	—
5 к.	—	—	6 13	6 48	7 50	8 49	9 48	10 47	11 46	12 13	12 45	13 44	14 43	15 42

11 К	12 М	III смена	13 К	14 М	15 К	16 М	17 К	18 М	19 К	20 М	Парковый рейс	Время прибытия в парк	Время, потребное: на исполн. нормальн. рейсов	на утр. парк. рейс со стойкой	на вечерний парковый рейс	Всего
14 51	15 50	17 54	16 49	17 48	18 47	19 53	20 52	21 51	22 50	23 49	24 44	1 36	18 54	11	52	19 57
14 59	15 58	—	16 57	17 56	18 55	—	—	—	—	—	19 54	19 59	4 55	58	5	5 58
15 7	16 6	18 10	17 5	18 4	19 3	20 3	21 2	22 1	23 0	23 59	24 56	1 48	18 57	11	52	20 0
15 15	16 14	18 46	17 13	18 12	19 11	20 12	21 11	22 10	23 9	24 8	1 5	1 33	18 57	32	28	19 57
15 23	16 22	18 54	17 21	18 20	19 19	20 22	21 21	22 20	23 19	24 18	1 15	1 43	18 58	32	28	19 58
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 32	10 24	2 40	15	52	3 47
15 31	16 30	17 48	17 29	18 28	19 27	20 32	21 31	22 30	23 29	-	24 26	1 8	17 51	32	42	19 5
15 38	16 37	—	17 36	18 35	19 34	—	—	—	—	—	20 33	20 38	4 55	58	5	5 58
15 46	16 45	18 3	17 44	18 43	19 42	20 42	21 41	22 40	23 39	—	24 36	1 18	17 52	32	42	19 6
15 54	16 53	18 11	17 52	18 51	19 50	20 52	21 51	22 50	23 49	—	24 46	1 12	18 56	34	26	19 56
16 7	17 0	18 18	17 59	18 58	19 57	21 2	22 1	23 0	23 59	—	24 56	1 22	18 54	34	26	19 54
16 9	17 8	—	18 7	19 6	20 5	—	—	—	—	—	21 4	21 9	5 54	11	5	6 10
16 17	17 16	18 34	18 15	19 14	20 13	21 12	22 11	23 10	24 9	—	1 6	1 32	18 52	34	26	19 52
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 19	9 24	3 4	32	5	3 41
16 25	17 24	17 58	18 23	19 23	20 22	21 21	22 20	23 19	24 18	—	1 15	1 41	18 50	34	26	19 50
16 33	17 32	18 6	18 31	19 33	20 32	21 31	22 30	23 29	—	—	24 26	24 56	17 50	34	30	18 54
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 40	9 45	3 0	32	5	3 37
16 41	17 40	18 58	18 39	19 43	20 42	21 41	22 40	23 39	—	—	24 36	1 4	17 48	35	28	18 51

Поезда по наряду за №№ 12 и 14 утренним парковым рейсом идут до пл. Восстания, откуда 12-й в 6 ч. 15 м. и 14-й в 6 ч. 40 м. по маршруту № 27 до Нижегородской ул. и далее по своему маршруту до 2-го Муринского пр., где и становятся на свои места.

Поезд по наряду № 15 парковым рейсом идет через 1-й Муринский пр. к Спасской ул., откуда в 6 ч. 52 м. идет по маршруту № 21 до Нижегородской ул. и далее по маршруту № 27 до Кушелевской петли и от Кушелевской петли в 7 ч. 45 м. тем же маршрутом ко 2-му Муринскому пр., где и становится на свое место.

На третью смену парк Блохина назначает бригады на поезда парка Скороходова, а парк Скороходова на поезда парка Блохина. Третья смена блохинских и скороходовских производится на ул. Розы Люксембург и по окончании движения все вагоны парка Блохина идут в парк Скороходова, а парка Скороходова в парк Блохина.

Первая смена бригад поездов по наряду за №№ 3, 9, 12 и 14 после перерыва заступают на поезда по наряду за №№ 4, 10, 11 и 13, т. е. переходят с 3-го на 4-й, с 9-го на 10-й, с 12-го на 11-й и с 14-го на 13-й и, кроме того, переход.

Наиболее целесообразным в данном случае будет цикл $(7+6+7+6+7)+(7+6+7+6+7)+(7+6+7+6+7+6+7)$, т. е. случаи повторения двух семиминутных интервалов рядом расставлены равномерно в течение всего цикла.

Необходимо обратить внимание при системе нежестких интервалов на моменты вливания добавочных поездов или ухода части поездов с линии.

Таблица 28

Расписание с переменным составом при жестком соблюдении стойки

Поезд №	Отправка от конечного пункта		Отправка от		Отправка от конечного пункта		Отправка от	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	14 46	15 34	16 22	17 12	18 00	18 48	19 38	20 26
2	14 54	15 42	16 30	17 18	18 06	18 54	19 46	20 34
3	—	—	16 36	17 24	18 12	19 00	—	—
4	15 02	15 50	16 42	17 30	18 18	19 06	19 54	20 42
5	15 10	15 58	16 48	17 36	18 24	19 12	20 02	20 50
6	15 18	16 06	16 54	17 42	18 30	19 18	20 10	20 58
7	—	—	17 00	17 48	18 36	19 24	—	—
8	15 26	16 14	17 06	17 54	18 42	19 30	20 18	21 06
9	15 34	16 22	17 12	18 00	18 48	19 38	20 26	21 14
10	15 42	16 30	17 18	18 06	18 54	19 46	20 34	21 22
11	—	16 36	17 24	18 12	19 00	—	—	—
12	15 50	16 42	17 30	18 18	19 06	19 54	20 42	21 30
13	15 58	16 48	17 36	18 24	19 12	20 02	20 50	21 38
14	16 06	16 54	17 42	18 30	19 18	20 10	20 58	21 46
15	—	17 00	17 48	18 36	19 24	—	—	—
16	16 14	17 06	17 54	18 42	19 30	20 18	21 06	21 54

В эти моменты, если мы как-раз вводим удвоение числа поездов, или уводим половину, то отправления и стоянки на коренных поездах (недобавляемых и не уходящих) могут остаться неизменными. Но если, скажем, вместо 12 поездов мы начинаем новый период с 16, то, для того чтобы правильно расставить интервалы, мы должны изменить время стоянки на коренных 12 поездах. На прилагаемой таблице 28 показан случай, когда на маршруте с пробегом рейса со стоянкой 48 мин. до 16.30 мин. в движении 12 поездов с интервалом $\frac{2.48}{12} = 8$ мин. Для доведения интервала до 6 мин. к 16 час. 30 мин. с обоих концов (A и B) вливаются по 2 поезда (№№ 3, 7, 11, 15). При вливании поезда 3 поезд 2 может получить свою нормальную стоянку на конечном пункте, но поезд 4 должен выстоять на 4 минуты больше обычного: будучи отправлен из B в 15,50, он из A отправляется не в 16.38, а в 16.42. Поезд 5 отстает на 2 мин., поезд 6 идет нормально и т. д. Как общее правило, если от интервала i мы переходим на интервал i_2 ($i_1 > i_2$), то поезд, предшествующий вливаемому, может итти нормально, поезд первый последующий получает увеличение стоянки на величину $2i_2 - i_1$, второй последующий на $3i_2 - 2i$ и т. д. В среднем все поезда теряют по $1/2\ (2i_2 - i_1) = i_2 - {}^1/_2 i_1$ (в нашем случае 2 мин.). Обратно, при уходе части вагонов в определенный момент (в нашем случае с 19 час. 30 мин. те же 4 поезда уходят в парк, оставляя интервал 8 мин.) приходится выдерживать на конечном пункте поезда, предшествующие уходящему (на примере поезд № 2 на 4 мин., поезд № 1 на 2 мин.), и в итоге в среднем опять все поезда теряют величину ($i_2 = {}^1/_2 i_1$) — в нашем случае 2 мин. Если сравнить состояние до 16.30 и после 19.30, то окажется, что каждый поезд потерял 4 минуты из-за вливания на определенный период добавочных вагонов (в общем случае — $2\ i_2 - i_1$). Чтобы избежать этой потери времени, уменьшающей несколько среднюю эксплоатационную скорость, можно в известных случаях допускать некоторое сокращение обычной стоянки. Так, например, если для поезда № 2 допустить на 2 минуты меньшую стоянку

при движении от *B* к *A* (15.42 — 16.28) и соответственно для поезда № 4 (19.04—19.50) и т. д., то получим, что потеря времени равна нулю (табл. 29, изображающую в измененном виде верхнюю часть табл. 28).

Таблица 29

Часть расписания с переменным составом при сокращении стойки

Поезд №	A	B	A	B	A	B	A	B
1	14 46	15 34	16 22	17 10	17 58	18 46	19 34	20 22
2	14 54	15 42	16 28	17 16	18 04	18 52	19 42	20 30
3	—	—	16 34	17 22	18 10	18 58	—	—
4	15 02	15 50	16 40	17 28	18 16	19 04	19 50	20 38

Трудную задачу представляет совмещение интервалов двух или нескольких маршрутов, обращающихся совместно на каком-либо участке. При жестком интервале, едином для всех маршрутов, эта задача решается, хотя и не во всех случаях, как указано выше. Так, например, если на сети (рис. 167) имеются три маршрута: 1) *AEFB*, 2) *AEFD*, 3) *CEFD*, на каждом интервал в 10 мин., то, исходя из участка *AE*, мы даем между маршрутами 1 и 2 интервал 5 мин.; исходя из участка *FD* мы создадим такой же интервал между 2 и 3; в итоге 1 и 3 совпадут на участке *EF*.

При различных интервалах на совместных маршрутах мы имеем задачу, теоретически неразрешимую. В самом деле, пусть с конечного пункта отправляются два маршрута, имеющие совместный участок известной длины. Первый маршрут с пробегом 48 мин. получает по расчету 13 поездов второй с пробегом 67 мин. получает 16. Интервал на первом $\frac{2,48}{13} = 7,38$ мин., разбиваем наиболее целесообразно (8 по 7 мин. и 5 по 8 мин.) в следующем цикле: 7 + 8 + 7 + 8 + 7 + 7 + 8 + 7 + 8 + 7 + 7 + 8 + 7.

На втором маршруте интервал $\frac{2,67}{16} = 8,37$ мин. дает 10 интервалов по 8 мин. и 6 интервалов по 9, распределяемых в следующем цикле: 8 + 9 + 8 + + 9 + 8 + 8 + 9 + 8 + 8 + 9 + 8 + 9 + 8 + 8 + 9 + 8.

Если начать движение на первом маршруте в 6.00, на втором на 6.04 (для создания интервала), то дальнейшее чередование пойдет следующим образом.

Маршрут 1—6.00 — 6.07 — 6.15 — 6.22 — 6.30 — 6,37 — 6.44 — 6.52 — 6.59 — 7.07 — 7.14 — 7.21 — 7.29 — 7.36 — 7.43 — 7.51 — 7.58 — 8.06 — 8.13 — 8.20 — 8.28 — 8.35 — 8.43 — 8.50 — 8.57 — 9.05 — 9.12 — 9.19 — 9.27 — 9.34 — 9.42 — 9.49 — 9.56 — 10.04 — 10.11 — 10.19 — 10.26 — 10.33 — 10.41 — 10.48 и т. д.

Маршрут 2—6.04 — 6.12 — 6.21 — 6.29 — 6.38 — 6.46 — 6.54 — 7.03 — 7.11 — 7.19 — 7.28 — 7.36 — 7.45 — 7.53 — 8.01 — 8.10 — 8.18 — 8.26 — 8.35 — 8.43 — 8.52 — 9.00 — 9.08 — 9.17 — 9.25 — 9.33 — 9.42 — 9.50 — 9.59 — 10.07 — 10.15 — 10.24 — 10.32 и т. д.

Мы видим, что, устанавливая на каждом маршруте отдельно правильные интервалы, мы в итоге получаем периодическое совпадение отправок: 6.30 — 7.36 — 8.35 — 9.42 — 10.41 и т. д. Для пассажиров, едущих далеко и нуждающихся именно в том или другом маршруте, эти совпадения довольно безразличны. Но пассажиры, едущие только в пределах совместного участка, при подобных совпадениях не могут использовать преимуществ повышенной частоты, возникающей благодаря наличию двух маршрутов. Как сказано, принципиального решения в данном случае дать невозможно. Практически же надо так исправить расписание, чтобы не получилось настоящего совпадения, а интервал был бы не менее 2 минут. Для этого надо маршруту с меньшим интервалом дать в месте совпадения интервал на 4 мин. меньше другого, и в этом случае второй маршрут через него может „перескочить". Так, например, в вышеописанном случае дается первому маршруту интервал 6 мин., второму — 10 мин., и исправленное расписание может получить следующий вид:

Маршрут 1 — 6.00 — 6.07 — 6.15 — 6.22 — 6.30 — 6.36 — 6.44 — 6.52 — 6.59 — 7.07 — 7.14 — 7.21 — 7.29 — 7.37 — 7.43 — 7.51 — 7.58 — 8.06 и т. д.

Маршрут 22 — 6.04 — 6.12 — 6.20 — 6.28 — 6.38 — 6.46 — 6.54 — 7.03 — 7.11 — — 7.19 — 7.27 — 7.35 — 7.45 — 7.53 — 8.01 — 8.10 и т. д.

Небольшие ухудшения интервала для каждого маршрута отдельно дают удовлетворительный результат для совместного движения. По этому способу желательно корректировать расписания для двух маршрутов с совместным участком. Для трех маршрутов это уже менее нужно, а для четырех и более маршрутов по одному участку — вероятность больших интервалов невелика. Точно так же нет особой надобности заботиться о совершенном регулярном чередовании двух маршрутов, если интервал хотя бы одного из них равен 5 минутам и менее, так как в этом случае пассажирам совместного участка во всяком случае особенно долго ждать не придется.

Мы уже выше указали на возможность применения на одном маршруте поездов разной емкости, например одно- и двухвагонных составов, и отметили нецелесообразность этого, так как при одинаковом интервале поезда разной емкости получают одинаковое количество пассажиров. При составлении точного расписания мы можем это положение несколько улучшить, дав составам большой емкости больший интервал, малой емкости — меньший. Так, например при среднем восьмиминутном интервале, мы можем отправить одиночки с интервалом 6—7 мин., двойные составы — с интервалом 9—10 мин. Пассажиры, попавшие во второй промежуток, будут ждать больше, но зато получат более емкую единицу, и обратно.

При одноколейных участках выбора интервала не существует, он определяется двойной длительностью пробега одного участка. Если участки неодинаковой длины или число остановок неодинаково, то приходится равняться по участку с наибольшей длительностью пробега.

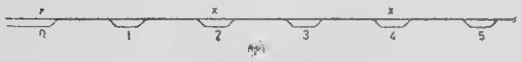


Рис. 168. Увеличение интервала вдвое на одноколейном участке.

В наиболее простом случае мы имеем ряд одинаковых одноколейных перегонов. Простой на конечном пункте должен равняться либо нулю, либо величине интервала. В первом случае вагон сразу идет в обратный путь, причем в случае необходимости отдыха бригадам последние могут перейти на следующий поезд. При движении с прицепными вагонами операции перецепки, в зависимости от устройства конечного пункта, потребуют (если нет петли) около 3—5 мин.; поэтому в данном случае вагон должен уже выстоять целый интервал. Если пропускная способность одноколейной линии мала и интервал равен 15 мин., то получается очень нежелательный простой вагонов и бригад. Поэтому в таких случаях иногда на пригородных линиях делают последний участок у конечного пункта короче, чем остальные. Если, например, пробег всех перегонов по 7,5 мин., интервал 15 мин., то последний перегон может получить пробег 5 мин., и тогда остается 5 мин. на операцию перецепки.

Помимо минимального интервала, может быть устроено расписание (в часы малой нагрузки) также с двойным или тройным интервалом. В этом случае используются разъезды через один (или через два). Если, например, на линии 5 перегонов с длительностью проезда 3 мин. или минимальным интервалом 6 мин., то в известные часы возможно применить двенадцатиминутный интервал. При этом последний разъезд (конечный пункт) не используется как разъезд, а остаются только разъезды № 0 (въезд в одноколейный участок), № 2 и № 4 (рис. 168). На перецепку на конечном пункте при этом остается 6 мин. Если, наоборот, перецепки не требуется, и поезда желательно отправить обратно без стоянки, то лучше оставить разъезды №№ 1 и 3. Тогда при въезде в одноколейный участок вагон обычно не будет ждать встречного, а должен тем или иным способом убедиться, что встречный уже вышел (по передаваемому жезлу, сигнализацией и пр.).

Если весь одноколейный участок состоит из одного или двух одноколейных перегонов, то вообще возможно применить любые интервалы, которые больше минимального. Это часто имеет место, если одноколейный участок небольшой длины вставлен в середину линии из-за особых технических местных условий (мост, тоннель и т. д.). Если, например, на конце двухколейной линии имеются два одноколейных перегона с пропускной

способностью по 10 поездов в час (6 мин. интервал), то можно иметь движение с десятиминутным интервалом, причем на конце получится стоянка в 4 мин. И в этом случае въезд в одноколейный участок обычно не будет разъездом.

§ 73. Сгущения, возвраты, переброски

Мы выше (в главе 13) отметили некоторые специальные приемы, направленные к улучшенному использованию вагонов по времени и месту.

Простейший тип из этих приемов — сгущение; область применения указана выше. В случае если к моменту сгущения в соответствующий конечный пункт вливаются добавочные вагоны, то устройство сгущения за их счет довольно просто. Так, в примере венского расписания (табл. 23) всего поездов максимально 18; при пробеге маршрута 53 мин. и стоянке 5 мин. можно получить интервал 58 : 18 = 3,2 мин. На самом деле, от 7.14 до 7.39 — интервал 2,5 мин. за счет более густого вливания добавочных вагонов именно к этому моменту. Однако в ряде случаев приходится давать сгущение за счет имеющегося наличия вагонов. Понятно, что в этом случае сгущение в одном месте дает разрежение в другом и в общем итоге — довольно чувствительное ухудшение использования вагонов.

Таблица 30

Расписание с применением сгущения и жесткой стойкой

Поезд №	Отправка от		Отправка от		Отправка от		Отправка от	
	A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
1	17 00	17 56	19 08	20 04	21 00	22 00	22 56	23 52
2	17 08	18 04	19 20	20 16	21 12	22 08	23 04	24 00
3	17 16	18 12	19 24	20 24	21 20	22 16	23 12	—
4	17 24	18 20	19 28	20 32	21 28	22 24	23 20	—
5	17 32	18 28	19 32	20 40	21 36	22 32	23 28	—
6	17 40	18 36	19 36	20 48	21 44	22 40	23 36	—
7	17 48	18 44	19 40	20 56	21 52	22 48	23 44	—
8	17 56	18 52	19 48	21 04	22 00	22 56	23 52	—
9	18 04	19 00	19 56	21 12	22 08	23 04	24 00	—
10	18 12	19 08	20 04	21 20	22 16	23 12	—	—
11	18 20	19 16	20 12	21 28	22 24	23 20	—	—
12	18 32	19 28	20 24	21 36	22 32	23 28	—	—
13	18 44	19 40	20 36	21 44	22 40	23 36	—	—
14	18 56	19 52	20 48	21 52	22 48	23 44	—	—

Пусть, например, на маршруте с пробегом рейса 56 мин. в обращении 14 поездов, что дает интервал 8 мин. Требуется в течение времени от 19.20 до 19.40 устроить сгущение вагонов в направлении от *A* так, чтобы сгущенный интервал был 4 мин. Расписание с данным сгущением показано на табл. 30. Составив сперва расписание без сгущения, мы убеждаемся в том, что в 19.40 от *A* отходит поезд 7. Идя теперь назад, мы отправляем поезд № 6 в 19.36 (вместо 19.32), поезд № 5 в 19.32 (вместо 19.28), поезд № 2 в 19.20 (вместо 19.00). Если бы остальные предыдущие поезда оставить с их нормальной отправкой, то поезд № 1 ушел бы от *A* в 18.52, т. е. интервал был бы 28 мин. Поэтому сгущению в каком-либо направлении должно предшествовать разрежение в том же направлении, чтобы накопить вагоны на конечном пункте для сгущения. В таблице 28 принято, что, начиная от 18.20 (поезд 11), мы делаем интервалы по 12 мин. Можно было бы также принять, что, начиная от 17.48 (поезд 7), мы имеем интервалы по 10 мин. Итти дальше полного оборота назад с разрежением нельзя. Вследствие этого разрежения при направлении от *A* мы неизбежно в обратном направлении от *B* получаем такое же разрежение, начиная от 19.16, т. е. примерно во время сгущения от *A*.

В итоге, в направлении от A после сгущения получается еще одно разрежение (от 20.12 до 21.12). Только начиная от 21.12 в направлении от A и от 20.16 от B наступает нормальный интервал. Поскольку одно сгущение сопровождается тремя разрежениями, постольку неизбежна потеря времени на стоянках. Вагон № 2, как мы видели выше, отправляется от A, вместо 19.00, в 19.20, т. е. выдерживается на конечном пункте лишних 20 мин. В итоге, как не трудно убедиться, все вагоны теряют по 20 мин.

В общем, как правило, делая сгущение из наличного состава вагонов, мы теряем на лишнем простое каждого вагона время $n\,(i_m - i_0)$, где i_m — нормальный интервал, i_0 — сгущенный интервал, n — число сгущенных интервалов. Это несомненно сказывается довольно значительно на эксплоатационной скорости вагонов, вызывает простои вагонов и персонала. Поэтому область применения сгущения должна быть ограничена случаями действительной необходимости. Из данного примера можно также видеть, что сгущения недопустимы в тех случаях, когда до них нельзя дать разрежения, когда нельзя дать разрежения в обратном направлении во время данного сгущения или когда по условиям пассажирского движения нельзя дать разрежения в том же направлении после сгущения.

Некоторое улучшение в смысле уменьшения простоев может быть получено, если допустить уменьшение стоянки во время сгущения, в частности на поездах № 7 и № 6, а также на поездах №№ 4 и 5 после сгущения. В этом случае, допуская пробег рейса в 54 мин., вместо 56 мин., получаем сокращение общего простоя до 12 мин., как показано на таблице 31.

Таблица 31

Расписание с применением сгущения и сокращенной стойкой

Поезд №	Отправка от		Отправка от		Отправка от		Отправка от	
	А	*Б*	*А*	*Б*	*А*	*Б*	*А*	*Б*
1	17 00	17 56	19 04	19 58	20 52	21 52	22 48	23 44
2	17 08	18 04	19 16	20 10	21 04	22 00	22 56	23 52
3	17 16	18 12	19 20	20 18	21 12	22 08	23 04	24 00
4	17 24	18 20	19 24	20 26	21 20	22 16	23 12	—
5	17 32	18 28	19 28	20 34	21 28	22 24	23 20	—
7	17 40	18 36	19 32	20 42	21 36	22 32	23 28	—
7	17 48	18 42	19 36	20 50	21 44	22 40	23 36	—
8	17 56	18 50	19 44	20 58	21 52	22 48	23 44	—
9	18 04	18 58	19 52	21 06	22 00	22 56	23 52	—
10	18 12	19 06	20 00	21 14	22 08	23 04	24 00	—
11	18 20	19 14	20 08	21 22	22 16	23 12	—	—
12	18 28	19 22	20 16	21 30	22 24	23 20	—	—
13	18 40	19 34	20 28	21 38	22 32	23 28	—	—
14	18 52	19 46	20 40	21 46	22 40	23 36	—	—

Из приведенного примера можно вывести также пределы применимости сгущения, т. е. допустимую длительность и интервал. Пусть W — число поездов, t — время пробега рейса, i_m — интервал нормальный $(W \cdot i_m = 2t)$; пусть далее i_0 — сгущенный интервал, t_0 — длительность сгущения, n_0 — число сгущенных интервалов. Предшествующее разрежение может длиться максимально $2t - t_0$, и в течение его возможны $W - n_0$ интервалов, длительностью каждый $i'_0\,(i'_0 > i_m)$, так что $2t - t_0 = i'_0 \cdot (W - n_0)$ или, так как $t_0 = i_0 n_0$, то $2t = W \cdot i_m = i'_0\,(W - n_0) + i_0 \cdot n_0 = i'_0 \cdot W - n_0\,(i'_0 - i_0)$.

Допуская например $i'_0 = 1{,}5\ i_m$, т. е. разрежение до 1,5 кратного от нормального интервала мы имеем

$$W \cdot i_m = 1{,}5 i_m\,(W - n_0) + i_0 \cdot n_0,$$

или

$$t = \frac{3 \cdot t}{W} \cdot n_0 - t_0,\quad n_0 = \frac{t}{1{,}5 i_m - i_0}.$$

Так например, если $t = 56$, $n = 14$, $i_m = 8$, $i'_0 = 12$, то можем допустить сгущение до 4 минут в течение $n_0 = \frac{57}{12 - 4} = 7$ интервалов, т. е. 28 мин., или до 6 мин. в течение $n_0 = \frac{56}{12 - 6} = 9$ интервалов, т. е. 56 мин.

Второй прием улучшенного использования вагонов в некоторых случаях — возврат вагонов с середины маршрута.

Область применения возврата разнится, в зависимости от местных условий. При системе жестких интервалов в Берлине, Кельне и др. городах Германии часто возврат производится не на коренных вагонах, включенных в основное расписание, так как изменение времени пробега на этих маршрутах вызвало бы нарушение интервала, а только на добавочных вагонах. В Берлине эти вагоны преимущественно еще до конца маршрута возвращаются обратно к центру для усиления движения в центре по сравнению с окраинами. Возвраты практикуются часто и в Америке — и также с возвращением вагонов к центру, причем они в большинстве случаев предусмотрены расписанием; но бывают часто возвраты по распоряжению линейных агентов, не предусмотренные расписанием, что чрезвычайно волнует и нервирует пассажиров.

Таблица 32

Расписание с применением возврата

(1-й вариант)

Поезд №	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*
1	6 00	6 34	7 00	7 20	8 00	8 34	9 10	9 30	10 10	10 44	11 20	11 40
2	6 10	6 44	7 10	7 30	8 10	8 44	9 24	9 44	10 24	10 58	11 30	11 50
3	6 20	6 54	7 20	7 40	8 20	8 54	(9 20)	(9 40)	—	—	—	—
4	6 30	7 04	7 30	7 50	8 30	9 04	9 37	9 57	10 37	11 11	11 40	12 00
5	6 40	7 14	7 40	8 00	8 40	9 14	(9 38)	(9 58)	—	—	—	—
6	6 50	7 24	7 50	8 10	8 50	9 24	9 50	10 10	10 50	11 24	11 50	12 10
7	7 00	7 34	8 00	8 20	9 00	9 34	10 00	10 20	11 00	11 34	12 00	12 20
3а)	—	—	—	—	—	9 40	10 10	10 30	11 10	11 44	12 10	12 30
8	7 10	7 44	8 10	8 30	9 12	9 46	10 20	10 40	11 20	11 54	12 20	12 40
9	7 20	7 54	8 20	8 40	9 18	9 52	10 30	10 50	11 30	12 04	12 30	12 50
5а)	—	—	—	—	—	9 58	10 40	11 00	11 40	12 14	12 40	13 00
10	7 30	8 04	8 30	8 50	9 30	10 04	10 50	11 10	11 50	12 24	12 50	13 10
11	7 40	8 14	8 44	9 04	9 44	10 18	11 0	11 20	12 00	12 34	13 00	13 20
12	7 50	8 24	8 57	9 17	9 57	10 31	11 10	11 30	12 10	12 44	13 10	13 30

Поскольку возвраты делаются добавочными вагонами, их проведение не вызывает особых трудностей в расписании ни при системе жестких интервалов, где они вообще идут вне основного расписания, ни при системе интервалов произвольных. Так же, как и при сгущении, возврат вызывает трудности в расписании при отсутствии добавочных вагонов, т. е. когда возврат делается частью имеющихся вагонов. В этом случае сгущение на желательном участке и направлении дает обязательное разрежение на остальном участке пути.

В таблице 32 показан случай возврата на маршруте с общим пробегом 54 мин. (*AB*) и стоянкой 6 мин., итого 60 мин., на коем обращаются 12 поездов с интервалом $2 \times 60 : 12 = 10$ мин. Возврат устраивается в течение времени от 9.34 до 10.04 обратно от точки *C* посредине маршрута к *B*, причем пробег $CB = 20$ мин., а $AB = 34$ мин. Для ясности в образце подобного расписания показаны не только отправки с конечных пунктов *A* и *B*, но и время прохождения поездами в ту или другую сторону точки *C* — возвратного пункта. В течение указанного получаса (9.34 — 10.04) мы должны получить вместо десятиминутного интервала шестиминутный, т. е., вместо 3 отправок — 5, и следовательно, мы должны получить 2 возвращаемых вагона. По расположению в расписании это будут поезда № 3 и № 5, которые теперь меняют свои места в круге и попадают: № 3 после № 7 и № 5 после № 9. Поскольку вагоны № 3 и № 5 не дошли до *A*, в отправках от *A* получается пробел. В данном случае от 9.30 до 10.50, т. е. за 80 мин.; вместо десятиминутного интервала, получается на 2 отправки меньше, или всего $8 - 2 = 6$ отправок, т. е. интервал $80 : 6 = 13{,}3$ мин. В действительности имеем 4 интервала по 13 м. и 2 по 14. Точно так же в отправках от *B* (сквозных) имеется пробел, вызывающий разрежение до интервала в 13,3 мин. в течение времени от 8,30 до 9,50. После возврата движение восстанавливается на нормальный интервал, но круг вагонов изме-

нился: вместо цикла 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10—11—12, имеем круг 1—2—4—6—7—3а—8—9—5а—10—11—12.

Кроме того, поезда №№ 1, 2, 10, 11, 12 потеряли на лишних простоях по 20 мин., №№ 4, 8, 9 — по 10 мин.

Таблица 3

Расписание с применением возврата

(2-й вариант)

Поезд №	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*
1	6 00	6 34	7 00	7 20	8 00	8 34	9 10	9 30	10 10	10 44	11 10	11 30	12 20	12 54
2	6 10	6 44	7 10	7 30	8 10	8 44	9 24	9 44	10 24	10 58	11 24	11 44	12 30	13 04
3	6 20	6 54	7 20	7 40	8 20	8 54	(9 20)	(9 40)	—	—	—	—	—	—
4	6 30	7 04	7 30	7 50	8 30	9 04	9 37	9 57	10 37	11 11	11 37	11 57	12 40	13 14
5	6 40	7 14	7 40	8 00	8 40	9 14	(9 40)	(10 00)	—	—	—	—	—	—
6	6 50	7 24	7 50	8 10	8 50	9 24	9 50	10 10	10 50	11 24	11 50	12 10	12 50	13 24
7	7 00	7 34	8 00	8 20	9 00	9 34	10 00	10 20	11 00	11 34	12 00	12 20	13 00	13 34
3а)	—	—	—	—	—	9 40	10 06	10 26	11 10	11 44	12 10	12 30	13 10	13 44
8	7 10	7 44	8 10	8 30	9 10	9 44	10 12	10 32	11 20	11 54	12 20	12 40	13 20	13 54
9	7 20	7 54	8 20	8 40	9 20	9 54	10 13	10 38	11 30	12 04	12 30	12 50	13 30	14 04
5а)	—	—	—	—	—	10 00	10 24	10 44	11 40	12 14	12 40	13 00	13 40	14 14
10	7 30	8 04	8 30	8 50	9 30	10 04	10 30	10 50	11 50	12 24	12 50	13 10	13 50	14 24
11	7 40	8 14	8 44	9 04	9 44	10 18	10 44	11 04	12 00	12 34	13 00	13 20	14 00	14 34
12	7 50	8 24	8 57	9 17	9 57	10 31	10 57	11 17	12 10	12 44	13 10	13 30	14 10	14 44

Несколько иные результаты получаются, если цель возврата не сгущение в течение возврата, а накопление поездов для усиления последующего движения. Такой случай показан на табл. 33. Здесь взят тот же маршрут и те же точки возврата, но цель возврата — не сгущение при движении от *C* к *B* в течение времени с 9.34 до 10.04, а последующее сгущение при движении от *B* к *A* и к *C* от 10.00 до 10.30. Возвращаются те же поезда № 3 и № 5, и сгущение от 9.34 до 10.04 при движении от *C* к *B* здесь получается, как неизбежное последствие. В данном случае мы имеем те же разрежения от 8.30 до 9.50 в направлении от *B* и от 9.30 до 10.50 в направлении от *A*, но, кроме того, еще разрежение от 10.30 до 11.50 в направлении от *B*, и только после 11.50 восстанавливается нормальный интервал в 10 мин. Потери времени на лишних стоянках те же, что и в предыдущем примере.

При отправлении поезда, который должен быть возвращен обратно с середины пути, следует учесть и вопросы интервала, получаемого с учетом этого поезда и без него. Для пассажиров, едущих далее точки возврата на данном маршруте, возвращающийся поезд в счет не идет, и поэтому с их точки зрения необходимо получить ровные интервалы для остальных поездов. Наоборот, для пассажиров, едущих не далее точки возврата, возвращаемый поезд так же хорош, как и остальные, и потому для них желательно, чтобы интервал был расставлен с учетом этого поезда. Если участок возвращаемого поезда мал (*CB*), и движение в направлении от конечного пункта на нем слабо (от *B* к *C*), то лучше придерживаться первого способа. Так разрешается задача в приведенных примерах (табл. 30 и 31). При этом удобно возвращаемый поезд направлять непосредственно вслед за поездом, идущим по всему маршруту, что уменьшает недоразумения с пассажирами, которые по ошибке могут сесть на данный поезд.

Обратный пример дан в таблице 34. Здесь взят тот же случай, но условия таковы, что, начиная с 9 часов, вместо единообразного интервала в 10 мин., на участке *CB* постоянно обращаются 3 поезда (№№ 1, 5 и 9). Таким образом, сквозные вагоны дают интервал $\frac{2.60}{9} = 13{,}3$ мин., возвращающиеся 3 поезда сами по себе, взятые как отдельный маршрут, дают интервал $\frac{20+2+6}{3} = 15{,}3$ мин.

Таким образом, мы имеем случай, подобный описанному выше, когда речь шла о комбинировании на одном участке двух маршрутов с разными интер-

валами. Задача—в общем виде неразрешимая, однако практически, за счет некоторых передвижек в обоих интервалах, мы получаем возможность всегда соблюдать интервал между короткоследующими и дальними вагонами не менее 4—5 минут, как показано в таблице.

Таблица 34

Расписание с длительным возвратом

Поезд №	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*	*A*	*C*	*B*	*C*
1	6 00	6 34	7 00	7 20	8 00	8 34 8 40	(9 00) 9 06	(9 20) 9 26	—	—	—	—
2	6 10	6 44	7 10	7 30	8 10	8 44	9 10	9 30	10 06 5а)	10 40 10 46	11 06 11 12	11 26 11 32
3	6 20	6 54	7 20	7 40	8 20	8 54	9 20	9 40	10 20 9а)	10 54 11 03	11 20 11 25	11 40 11 45
4	6 30	7 04	7 30	7 50	8 40	9 04	9 30	9 50	10 33 1а)	11 07 11 12	11 33 11 38	11 53 11 58
5	6 40	7 14	7 40	8 00	8 40 1а)	9 14 9 20	(9 40) 9 46	(10 00) 10 06	—	—	—	—
6	6 50	7 24	7 52	8 12	8 50 9а)	9 24 9 26	9 50 9 55	10 10 10 15	10 47 5а)	11 21 11 32	11 47 11 58	12 07 12 18
7	7 00	7 34	8 04	8 24	9 04	9 38	10 05	10 25	11 02 9а)	11 36 11 45	12 02 12 16	12 22 12 30
8	7 10	7 44	8 16	8 36	9 14 5а)	9 48 10 10	10 15 10 26	10 35 10 46	11 15 1а)	11 49 11 58	12 15 12 24	12 35 12 44
9	7 20	7 54	(8 20)	(8 40)	—	—	—	—	—	—	—	—
10	7 30	8 04	8 32	8 52	9 29 1а)	10 03 10 06	10 30 10 35	10 50 10 55	11 28	12 02	12 28	12 48
11	7 40	8 14	8 44	9 04	9 41 9а)	10 15 10 15	10 40 10 43	11 00 11 03	11 38 5а)	12 12 12 18	12 38 12 44	12 58 13 04
12	7 50	8 24	8 56	9 10	9 53	10 27	10 52	11 12	11 53	12 27	12 53	13 13

Если принимать, что речь идет о маршруте, который частично проходит в городе (*BC*), частично в пригородном районе или на далекой окраине (*CA*), и если есть основания рассчитывать на регулярность движения, то можно было бы для удобства пассажиров решить данную задачу по методу кратных интервалов: с 9 часов один вагон совершенно снять и оставить 8 вагонов, идущих на всем маршруте, что даст интервал в 15 мин., а для короткого маршрута дать стоянку только в 5 мин., так что интервал будет также 15 мин., и тогда получится совершенно регулярное чередование обоих маршрутов.

Особо сложные задачи попадаются в практике расписания при выполнении третьего специального приема—переброски вагонов с маршрута на маршрут. Это возможно или путем снятия вагонов с одного маршрута на другой, или же таким путем, что вагон идет частично по данному, частично по другому маршруту, осуществляя как бы новый маршрут. Об условиях применимости подобных перебросок и комбинации было уже указано выше (глава 13). С точки зрения расписания, в обоих случаях возникают трудности. На маршруте, с которого данный вагон снимается, мы имеем случай ухода вагона с линии. Если этот уход совершается на значительный промежуток времени, то остающиеся вагоны должны перестроиться на новый интервал, что вызывает потерю времени и лишние простои. Если уход вагона произошел на короткий срок, то достаточно будет сомкнуть немного вагоны, предшествующие и последующие уходящему. Пусть, например, при интервале в 8 минут мы имели бы отправки: 16.00—16.08—16.16—16.24—16.32—16.40—16.48—16.56—17.04—17.12—17.20—17.28—17.36—17.44—17.52 18.00—18.08 и т. д. Если вагон, отправляющийся в 16.40, должен уйти на другой маршрут и может вернуться на свой же конечный пункт к 17.10, то мы даем такие отправки: 17.00—16.08—16.16—16.26—16.36—16.46—16.56—17.04—17.10—17.16—17.22—17.28—17.36—17.44—17.52 и т. д. Данный вагон, который был шестым по порядку, становится девятым, а получившиеся разрежения и сгущения сглаживаются при отправке с противоположного конечного пункта за счет стоянки.

Довольно часто вагон, пущенный по другому маршруту, возвращается на свой маршрут не к исходному конечному пункту, а на противоположный. Если, например, пробег основного маршрута равен 40 мин., а вагон, ушедший на чужой маршрут в 16.40, может притти на противоположный конечный пункт к 17.40, т. е. с опозданием на 20 мин., то движение также может быть восстановлено, но несколько позднее, так как вливающийся вагон вызовет сгущение при обратном движении.

Большие простои вагонов возникают, если вагон снят на большой промежуток времени, так как в этом случае необходимо за этот промежуток заново построить расписание на новый интервал. Обратная картина получается на маршруте, куда переброшен данный вагон. Однако, здесь в большинстве случаев нет надобности перестраивать интервал, так как цель подобных перебросок именно устроить резкое сгущение вагонов к определенному моменту (начало работы завода, начало и конец театрального представления). Это особенно относится к тому случаю, когда вагон идет частично по одному, частично по другому маршруту; в этом случае он не может учитываться ни в интервале первого, ни в интервале второго, изображая собой особый маршрут. Только в случае, если один или несколько вагонов с одного маршрута перебрасываются в помощь другому на длительный срок — несколько рейсов, то на втором необходимо перестроить интервалы с расчетом на прибывшие вагоны.

§ 74. Учет использования рабсилы

Все приведенные до сих пор соображения и приемы по составлению расписания относятся к движению самих вагонов. Но до сих пор не учтен еще один из основных факторов — распределение рабочей силы. Разбивка вагонных бригад на рабочие дни (смены, полусмены и другие формы) представляет собой задачу, чрезвычайно сложную, решение которой далеко не всегда возможно вполне удовлетворительно.

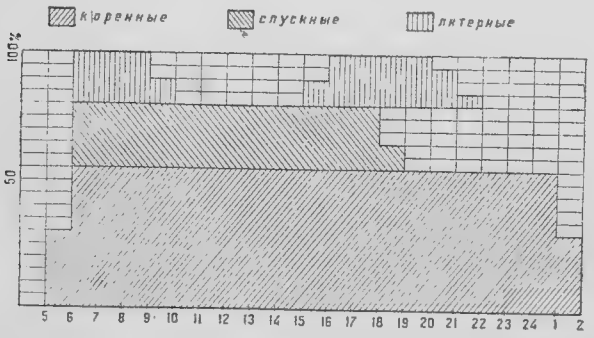


Рис. 169. Разбивка вагонов по сменам на ленинградском трамвае в 1926—29 гг.

В довоенное время рабочий день в Ленинграде определялся так, что движение вагонов с раннего утра и до поздней ночи делилось на две смены, итого на вагон падало около 20 часов; а так как за отсутствием расписания кондукторам и вожатым приходилось по $1^1/_4$—$1^1/_2$ часа тратить на ожидание вагона, то в итоге рабочий день достигал $11^1/_2$—12 часов.

В настоящее время в СССР семичасовой рабочий день является основной нормой. За границей,—в Германии и Америке,— рабочий день колеблется от 8 до 10 часов. Для составления расписания важна не только величина рабочего дня, но и ряд привходящих обстоятельств. Во-первых, важно определить время, необходимое кондукторам и вожатым для исполнения служебных обязанностей вне вагона: на прием и сдачу вагона, на сдачу выручки, проезд из парка и в парк, ожидание вагона и т. д. Разные трамваи регулируют эти вопросы по-разному. Во-вторых, совершенно невозможно всем вожатым и кондукторам дать на вагоне каждый день работу продолжительностью ровно 7 часов. Поэтому, если восьми- или семичасовой рабочий день понимать в том же смысле, как на заводе или в учреждении, то фактически многие бригады будут иметь значительную недоработку.

Такое положение существовало в СССР примерно до 1928—1929 гг. При этом приходилось по возможности весь пробег вагона делить на целое число смен, из которых каждая — с учетом добавочного времени на прочие служебные надобности, но в общем не более 8 часов. В зависимости от графика движения по часам, получались при этом разные группы вагонов: односмен-

ные, двух- и трехсменные. Так, например, ленинградский будний график 1926—1929 гг., приспосабливаясь к потребности вагонов по часам, имел следующие группы вагонов (рис. 169): коренные от 5—6 час. утра до 1—2 час. ночи были разбиты на 3 смены — всего 52—60%; двусменные от 5—6 час. утра до 6—7 час. вечера (20—25%) и так называемые литерные (20—25%) от 5—6 час. утра до 9—10 час. утра (первая смена) и от 3—4 час. дня до 8—10 час. вечера (вторая смена). При этом получалась недоработка времени на всех группах и особенно на последней. За границей — в Германии, Америке и других странах — все трамваи уже давно перешли на почасовой учет, при котором в отдельные дни разрешается превысить установленную норму рабочего дня с тем, чтобы за определенный период (неделя, месяц, год) получить заданный итог. В СССР этот итог, согласно Кодексу Законов о Труде равен 168 часам при семичасовом рабочем дне. При этом отдельные колдоговоры устанавливают разную величину максимума рабочего дня, примерно на час больше нормального. Почасовой учет сразу облегчает работу составителя расписания в том смысле, что использование рабочего дня становится значительно легче. Однако все же часть вагонов должна работать на линии только 2—3 часа под ряд в часы утреннего максимума, и поэтому на них получается большое недоиспользование рабочего времени, которое очень трудно компенсировать сменами с превышением нормы рабочего дня. Кроме того, если, например, длительность сплошной работы вагона при семичасовом рабочем дне равна 17 часам, то в две смены этот вагон не уложится (полагаем максимум 8 часов на смену), а при разбивке в 3 смены получаем на каждую по $5^2/_3$, т. е. большую недоработку, которую трудно компенсировать переработкой в другие дни.

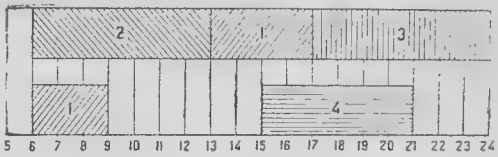


Рис. 170. Сочетание смен для вагона, работающего с перерывом с вагоном, работающим $2^1/_2$ смены.

Поэтому для полного использования рабочего месяца необходимо, чтобы часть бригад работала с перерывом. Колдоговоры разных трамваев в СССР и за границей устанавливают разные пределы этого перерыва и разную оплату его. Наличие почасового учета с перерывом позволяет уже в подавляющем большинстве случаев полностью использовать рабочий месяц. Но задача составителя расписания при этом становится сложнее, так как это использование целиком зависит от его комбинаторских способностей.

Невозможно дать общие правила на все подобные комбинации, так как многое зависит здесь от местных условий, от соотношений между вагонами разных смен и от условий рабочего дня (норма времени, максимум, оплата сверхурочных, допустимые перерывы и количество их, оплата перерыва, оплата ночного времени и др.). Здесь можно указать только некоторые наиболее употребительные приемы.

Вагоны, работающие с перерывом в течение часов максимума утром и вечером, целесообразно обслуживать в одну смену с перерывом. Общий итог рабочего времени обеих полусмен почти всегда укладывается в рабочий день. Этот способ целесообразнее, чем перебрасывание недоработавших смен с данных на другие вагоны. При этом положении количество смен, работающих с перерывом, становится минимальным. Но не всегда это возможно по условиям колдоговора. В подобных случаях может быть применена такая комбинация, при которой утренняя полусмена вагона, работающего с перерывом, сочетается с полусменой другого вагона, работающего в $2^1/_2$ смены (рис. 170). В этом случае, если условия движения позволяют, лучше второй выход первого вагона (к вечернему максимуму) протянуть дольше, примерно до 9 час. вечера, так, чтобы получилась полная смена. Часто применяется комбинация двух вагонов, работающих в $2^1/_2$ смены (рис. 171), причем бригада, кончившая на первом вагоне полусмену (скажем в 9 утра), переходит с перерывом в полусмену на второй вагон (к 13 часам) и на нем дорабатывает вторую полусмену (до 17 часов). При семичасовом дне это может относиться к вагонам, работающим с утра до 9 часов вечера.

При семичасовом рабочем дне некоторые вагоны, работающие с утра до ночи, с учетом добавочного времени на выход бригад, сдачу выручки, приема и сдачи вагона, поездок в парк и обратно, могут не уложиться в 3 смены, и тогда приходится их комбинировать в $3^1/_2$ смены, сочетая такой вагон с другим подобным (при этом из 7 смен одна работает с перерывом) или с вагоном, работающим в $2^1/_2$ смены (из 6 смен одна с перерывом). Иногда же для вагонов, работающих с утра до конца вечернего максимума, могут получиться комбинации и по $1^1/_2$ смены, которые также могут сочетаться друг с другом или с вагонами, работающими в $2^1/_2$ смены.

Чрезвычайно желательно, чтобы каждый маршрут в смысле использования рабочей силы был замкнут в себе, т. е. чтобы средняя величина рабочего дня для всех бригад данного маршрута равнялась норме. Это позволяет в случае изменения расписания на одном маршруте, не затрагивать другие. В противном случае, если на данном маршруте преобладают длинные, то на других должны преобладать короткие смены, и в итоге, если меняется расписание одного маршрута, то может нарушиться баланс общего использования рабсилы. Для удобного достижения баланса по каждому маршруту отдельно, целесообразно заранее, по расписанию, без разбивки смен подсчитать число вагоно-часов и, исходя из нормы рабочего дня, задать число полных смен: это число будет служить руководящей нитью при комбинировании разбивки смен. Однако, далеко не всегда такой баланс по маршруту возможен, — в крайних случаях приходится комбинировать с другими маршрутами. При окончательном установлении расписания могут иногда получиться два или несколько вариантов, дающих одинаковое число смен. Предпочтение следует отдать тому варианту, который дает минимум смен, работающих с перерывом. В особых случаях следует произвести детальный экономический расчет, с учетом всех условий оплаты труда.

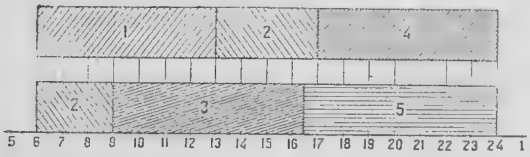


Рис. 171. Сочетание смен двух вагонов, работающих в $2^1/_2$ смены.

До сих пор мы расставляли смены кондукторов по уже установленному расписанию вагонов. Но иногда при этом оказывается, что полного использования бригад не может быть при данном расписании, что остаются излишки рабочего времени бригад. Это особенно вероятно на малых трамваях, где свобода выбора и комбинирования отсутствует. В этих случаях может итти речь о том, чтобы исправить расписание, продлив движение отпускаемых в парк вагонов, если в этом есть потребность. В самом деле, в данном случае удобству пассажиров противопоставляются уже не все расходы предприятия, а только прочие, кроме оплаты бригад (примерно половина итога). Мы имеем таким образом случай, упомянутый в главе 11, при котором наполнение вагонов должно быть особенно мало и близко к комфортабельному, т. е. число вагонов должно быть выше, чем то, которое было принято в наряде. Таким образом условия использования рабочей силы могут влиять и на самое расписание.

Часто может получаться и такая комбинация, что для более удобного использования рабсилы желательно отпускать в парк после вечернего максимума не тот вагон, который принят в расписании, а другой; скажем, вместо комбинации вагонов рис. 172-а, дать комбинацию рис. 172-б.

Особо следует рассматривать вопрос о снятии прицепных вагонов. Если при этом получается неполное использование времени освобождающихся кондукторов (скажем, если увеличивается число оплаченных перерывов) и если к тому же имеются затруднения с увозкой вагонов в парк и с оставлением их на линии, то иногда может оказаться выгоднее вагоны не отпускать, а дать им ходить лишнее время, если интересы пассажиров с этим совпадают. И в этом случае желательно произвести экономический подсчет для проверки.

Важно правильно выбрать пункты смен для бригад. С точки зрения пассажиров смена среди линии часто бывает неудобна: вызывает задержки вагона на 1—2 минуты. Для избежания этого справедливого недовольства,

немецкие трамваи обязывают сменяющего кондуктора или вожатого, если сдача документов и передача разных объяснений задержалась, сопровождать вагон на остановку и закончить передачу на ходу. При передаче на конце, вожатый может лучше осмотреть оборудование вагона. При контроле билетов также могут быть недоразумения из-за неправильной передачи ушедшим кондуктором номеров билетов, которые им выдавались. Но с точки зрения использования времени бригад, конечный пункт часто очень неудобен, если он далек от парка, так как за время проезда кондукторов до парка предприятие должно платить.

Кроме того, при смене в середине маршрута можно легче комбинировать длительность смены, так как можно сменить при движении туда и обратно. Для самих бригад дальние пункты смены неудобны. Поэтому лучше пункты смены устанавливать поблизости к парку.

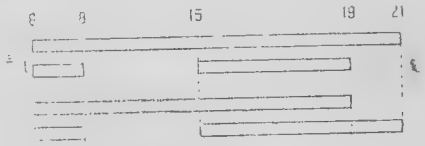


Рис. 172. Изменение расписания в связи с использованием бригад.

а — верхний график — плохое использование, *б* — низкий график — лучшее использование.

Образцы разных комбинаций смен можно найти на примерах расписаний ленинградского и американских трамваев (табл. 24 и 25).

Соображения, необходимые для составления целесообразного и экономного расписания, не могут быть учтены агентом на линии в уме. Необходимо расписание проработать письменно весьма детально, зачастую в нескольких вариантах. Затраченный труд окупится огромной экономией средств. Можно без преувеличения сказать, что от правильного составления трех основных элементов — маршрутов, наряда и расписания — эффект работы трамвая по расходам и по удовлетворению потребности пассажира зависит больше, чем от суммы деятельности всех остальных служб.

Глава 15

РЕГУЛЯРНОСТЬ

§ 75. Определение нерегулярности

Мало составить хорошее расписание — надо его выполнять.

Без соблюдения регулярности расписание теряет свое значение для пассажира и для предприятия.

С точки зрения пассажира, стоящего на линии и ожидающего вагон трамвая, регулярным будет движение с совершенно одинаковым интервалом (в пределах определенного режима движения). С точки зрения предприятия регулярным будет движение, точно соответствующее расписанию. Эти два понятия не всегда покрываются полностью. Если мы имеем по расписанию движение по расчету с интервалом в 7,5 мин., то в действительности в расписании даются интервалы 7 и 8 мин., т. е. с отклонением по $^1/_2$ мин. каждый. При сгущениях, возвратах, переброске вагонов, при уходе вагонов с линии и обратном приходе — нормальный интервал нарушается. Для пассажира это нарушение, несомненно, неприятно, но при составлении расписания это уже учтено и компенсируется другими преимуществами. Поэтому правильнее будет называть регулярным движение по расписанию.

Для определения нерегулярности следует производить фактические обследования. Если пассажирская статистика производится счетчиками на линии, то записи этих счетчиков, содержащие время прохождения вагоном определенных пунктов, дают все, что нужно для определения регулярности. В случае надобности, можно произвести и массовую однодневную проверку регулярности всей сети, ставя агентов в разных точках сети так, чтобы на каждого получилось 5—6 маршрутов и примерно с таким расчетом, чтобы на каждом маршруте контрольные точки находились в расстоянии 3—4 *км*. Сверка этих записей с цифрами расписания и дает отклонения от установленного времени прохождения контрольных точек.

При обработке этих записей по каждому маршруту отдельно мы получаем таблицу, в которой для каждого прошедшего вагона показана поправка

к расписанию. Поскольку эти поправки могут быть положительными и отрицательными, постольку нельзя для получения среднего показателя нерегулярности складывать отдельные отклонения ни алгебраически (т. е. с учетом знака), ни арифметически (т. е. по абсолютным величинам). По законам теории вероятности наиболее правильным измерителем является среднее квадратическое отклонение.

Для его получения возводим все отдельные отклонения $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \ldots \Delta_n$ в квадрат, сумму квадратов делим на число точек n и из результата извлекаем квадратный корень.

$$\Delta_q = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \ldots \Delta_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta_i^2}{n}}$$

В тех случаях, когда по расписанию интервал за длительный срок равномерен, то мы можем стать на точку зрения пассажира, для которого при трамвайных условиях важно соответствие интервалов, а не контрольных точек. Эти два понятия далеко не однозначны. Если в течение целого часа все вагоны пройдут с опозданием на 5 мин., то с точки зрения расписания мы имеем отклонение среднее на 5 мин., с точки зрения пассажира ничего особенно плохого не произошло. Определяя нерегулярность по интервалам, мы записываем все интервалы $i_1, i_2, i_3, \ldots i_n$ определяем их разницы к нормальному интервалу $\delta_1 = i_1 - i_m$, $\delta_2 = i_2 - i_m \ldots \delta_3 = i_n - i_m$ и отсюда среднее квадратическое отклонение интервала

$$\delta_q = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_n^2}{n}}.$$

Эту величину мы и можем называть абсолютной нерегулярностью. Относительной нерегулярностью мы будем называть отношение

$$\vartheta_q = \frac{\delta_q}{i_m}.$$

Если число прошедших за известный промежуток времени поездов соответствует расписанию, а имеются отклонения только в интервалах, то средний интервал должен равняться нормальному $\frac{i_1 + i_2 + \ldots + i_n}{n} = i_m$, и, следовательно, среднее алгебраическое отклонение равно нулю

$$\delta_m = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \ldots \delta_n}{n} = \frac{i_1 - i_m + i_2 - i_m + \ldots + i_n - i_m}{n} = 0.$$

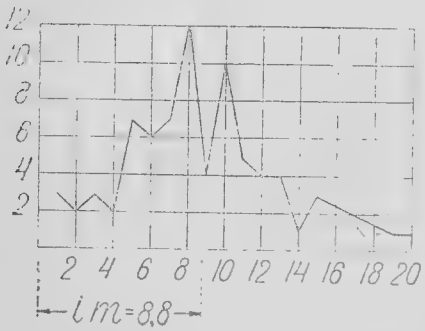


Рис. 173. Количество интервалов разной величины при наблюдениях нерегулярности (Ленинград, маршрут 9, 20 III 29 г.).

Если по контрольным записям изобразить графически число случаев с интервалом 0 (пачка поездов) 1, 2 ... $i_m - 1$, i_m, $i_m + 1$ ... и т. д., то получим график, подобный рис. 173. Наибольшее количество случаев будет попадать при среднем интервале или по близости, а в обе стороны — вверх и вниз — число случаев будет уменьшаться. Если произвести очень большое число наблюдений (1 000 и более интервалов) при одинаковом режиме, то график количества интервалов разной величины будет выражаться формулой:

$$y = \frac{1}{\delta_q \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(i - i_m)^2}{2\delta_q^2}} = \frac{1}{\delta_q \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta^2}{2\delta_q^2}}.$$

Это есть известная кривая вероятности Гаусса. Так, например, в Ленинграде было произведено в марте 1927 г. массовое обследование регулярности и было определено по всем маршрутам количество отклонений от нормального интервала в разных точках. Суммарный график отклонений за весь день получился в виде рис. 174, на котором изображена также кривая Гаусса. Близость действительной кривой к теоретической вполне подтверждает теорию.

Согласно кривой Гаусса мы можем составить следующую таблицу, где показан процент интервалов с отклонением от нормального, превосходящим

$\frac{1}{2}\delta_q$ — 62 %
δ_q — 32 %
$\frac{3}{2}\delta_q$ — 13,4 %
$2\delta_q$ — 4,7 %
$3\delta_q$ — 0,3 %

§ 76. Причины и значение нерегулярности

По причинам и по характеру расстройства движения, вызываемого нерегулярностью, можно все случаи разбить на две группы.

В первую группу входят случаи расстройства, вызываемые каким-либо повреждением или крупной задержкой: выходом вагона из строя, повреждением пути, сходом вагона с рельс, повреждением воздушной сети, выпадением питания, большой демонстрацией. Каждый из этих случаев вызывает серьезное расстройство регулярности или даже полное прекращение движения на длительный срок. Но случаев этих немного, если техническое состояние предприятия удовлетворительно; борьба с ними должна вестись в первую очередь методом улучшения технического состояния предприятия. Гораздо

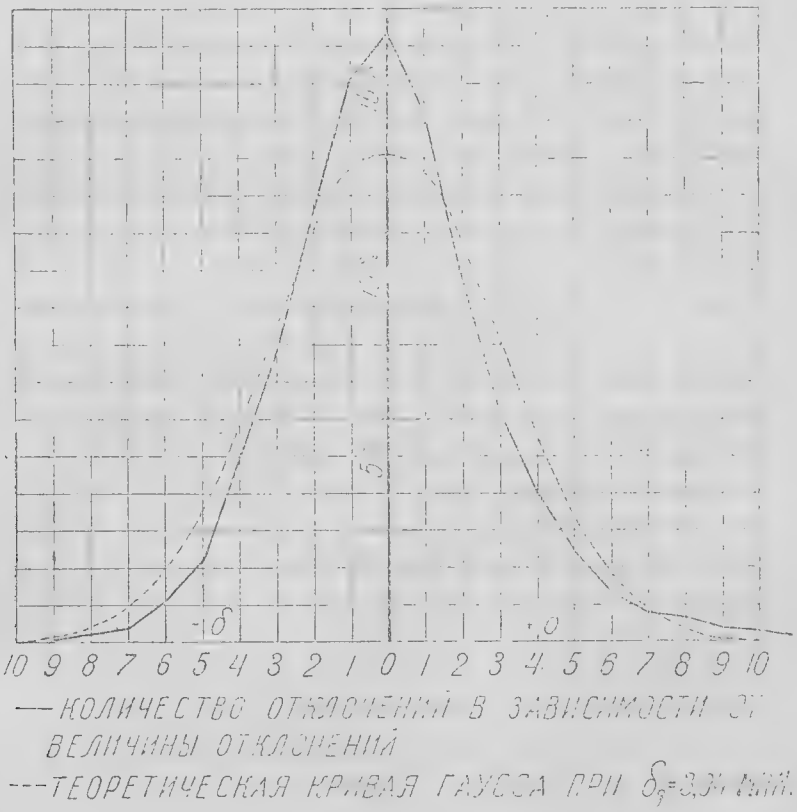


Рис. 174. Кривая нерегулярности по наблюдениям в Ленинграде в 1927 г. Процентное количество отклонений как функция от величины — сплошная линия — фактическое количество штрихов. Линия — кривая Гаусса.

страшнее обычно в итоге мелкие отклонения от расписания и интервала на минуту, две, десять минут; причин таких отклонений множество: неправильная езда вожатого, случайно подвернувшийся извозчик, затянувшаяся посадка, пропуск пересекающих поездов, пассажир, вскочивший на ходу; иногда и в этом отношении сказывается техническое состояние предприятия — вагоны неодинаковой скорости. Самым важным фактором следует считать езду вожатого, иногда бессознательно, иногда даже сознательно нарушающего правила. По сумме народно-хозяйственного вреда эта каждоминутная, беспрерывная нерегулярность является бичом трамвая, отнимая у пассажира большую долю тех преимуществ, которые ему приносит трамвай, и вызывая огромные перерасходы для самого предприятия.

От нерегулярности в первую очередь зависит время ожидания пассажиром вагона. Было бы неправильно думать, что если вместо среднего

интервала 8 мин. мы будем иметь интервалы в 10 и 6 мин., то часть пассажиров выгадает, часть прогадает, а в итоге потери времени не будет. В самом деле, пусть на какой-нибудь остановке на указанный маршрут в час садятся 300 пассажиров, по 5 в минуту. Если в течение 16 мин. будет два одинаковых интервала по 8 мин., то к каждому поезду из пассажиров, равномерно подходящих к остановке, первый потеряет 8 мин., последний—0, в среднем 4 мин., и сумма времени ожидания для $16 \times 5 = 80$ пассажиров будет 320 мин. Если вместо 2×8 мин. мы будем иметь интервалы 10 и 6 мин., то к первому поезду соберутся 50 пассажиров, из которых первый прождет 10 мин., а все в среднем 5 мин., итого 250 пассажиро-минут, а ко второму 30 пассажиров прождут в среднем по 3 мин., итого 90 мин., а всего 80 пассажиров прождут по 4,25 мин., т. е. на 6% больше. Если в том же случае вместо 5 восьмиминутных интервалов мы имели бы интервалы 11, 4, 7, 13, 5, то время ожидания пассажиров было бы:

$$\tfrac{1}{2} \cdot 11 \cdot 5 \cdot 11 + \tfrac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5 \cdot 4 + \tfrac{1}{2} \cdot 7 \cdot 5 \cdot 7 + \tfrac{1}{2} \cdot 13 \cdot 5 \cdot 13 + \tfrac{1}{2} \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 =$$

$= \tfrac{5}{2}(11^2 + 4^2 + 7^2\ 13^2 + 5^2) = \tfrac{5}{2} \cdot 370 = 925$ мин., или на одного пассажира $\frac{925}{200} =$ $= 4{,}62$ мин.

В общем случае, при интервалах $i_1, i_2 \ldots i_n$, принимая q'' пассажиров в минуту, имеем общее время ожидания

$$\frac{1}{2} \cdot q'' \cdot i_1 \cdot i_1 + \frac{1}{2} q'' \cdot i_2 \cdot i_2 + \ldots + \frac{1}{2} q'' \cdot i_n \cdot i_n = \frac{1}{2} q'' \cdot (i_1^2 + i_2^2 + \ldots i_n^2) = \frac{1}{2} q'' \cdot n \cdot i_q^2,$$

где

$$i_q = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + i_n^2}{n}}$$

средний квадратный интервал.

Не трудно доказать, что $i_q^2 = i_m^2 + \delta_q^2$. В самом деле:

$$i_q^2 = (i_m + \delta_1)^2 + (i_m + \delta_2)^2 + \ldots (i_m + \delta_n)^2 = \frac{n \cdot i_m^2}{n} + 2i_m \frac{(\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_n)}{n} + \frac{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_n^2}{n}$$

Так как $\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_n = 0$, а $\delta_q^2 = \frac{1}{n}(\delta_1^2 + \ldots + \delta_n^2)$, то $i_q^2 = i_m^2 + \delta_q^2 = i_m^2(1 + \vartheta_q^2)$.

И следовательно полное время ожидания всех пассажиров равно

$$\frac{1}{2} q'' \cdot n \cdot i_m^2 (1 + \vartheta_q^2),$$

а так как число всех пассажиров $q'' \cdot n \cdot i_m$, то среднее время ожидания

$$\tau_3 = \frac{1}{2} i_m (1 + \vartheta q^2).$$

Член в скобках показывает поправку вследствие нерегулярности. Если, например, $i_m = 6$, $\delta_q = 3$, $\vartheta_q = 0{,}5$ (нерегулярность относительная 50%), то $\tau_3 = \tfrac{1}{2} \cdot 6\ (1 + 0{,}25) = 3{,}75$ мин., т. е. на 25% больше, чем при регулярном движении.

Однако этим расчётом не исчерпывается вред нерегулярности для пассажира. Нерегулярность трамвая проникает гораздо дальше и затрагивает весьма значительно всю личную и общественную жизнь. Дело не только в среднем взвешенном времени ожидания на самой трамвайной остановке, но и в дальнейших потерях, возникающих от невозможности заранее подсчитать свое время. Если пассажир едет на прогулку, в гости, то ему не так важно поспеть в точности в назначенное время, но когда он едет на работу, на службу, на заседание, в театр, он опоздать не может, не имеет права, и поэтому он должен выехать из дома, исходя не из среднего времени ожидания, а из некоего максимально вероятного ожидания. Конечно, в известных случаях нерегулярность будет превосходить ожидания пассажира, и он все-таки опоздает, ибо слишком много лишнего времени пассажир терять не захочет. Из своего опыта, полубессознательно, пассажир подберет время выхода из дома таким образом, чтобы опоздания произошли в небольшом проценте случаев. Если, например, он будет ориентироваться на 1%, то он потеряет согласно кривой Гаусса лишних ∞ 2,6 δ_q мин., если на 5%, то $\infty 2\ \delta_q$ минут. В приведенном выше примере это будет не 0,75 мин., а 7,8 или 6,0 мин. В действи-

тельности он прождет на остановке лишних только 0,75 мин., а остальное время потеряет на слишком раннем приходе на службу, в театр и т. д. С другой стороны, если пассажир будет менее добросовестен и придет, например, на заседание с опозданием, то он зачастую заставит ждать десятки других людей — явление нам достаточно знакомое. Нерегулярный трамвай в жизни города делает единицей времени не минуту, а примерно 5 мин. или даже больше. Поскольку деловые поездки являются преобладающими, постольку можно считать, что по крайней мере $^1/_3$ пассажиров теряет $te \approx 2\ \delta_q$ мин., которые выше были исчислены, а остальные по 0,75 мин.

Эта затрата времени вследствие нерегулярности психологически преломляется у пассажира в преувеличенном виде, так как время ожидания всегда кажется бо́льшим, чем оно есть на самом деле. Поэтому пассажир выражает большее недовольство нерегулярностью, чем по поводу малой скорости, неудобных пересадок и т. д. Кроме того, пассажир справедливо считает, что если переполнение вагонов, недостаточная маршрутная система и т. д. вызываются недостатком средств, то нерегулярность есть недостаток организации, один из тех „маленьких недостатков механизма", которые больно бьют по пассажиру и в то же время исправимы без значительных затрат средств. Здесь недовольство пассажира часто переходит в справедливое возмущение.

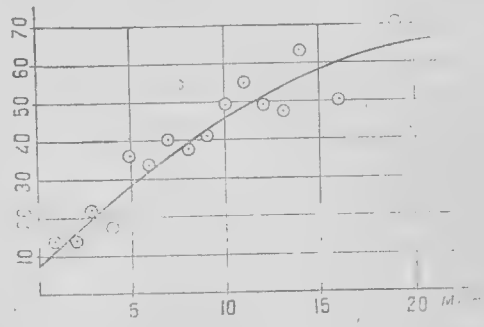


Рис. 175. Зависимость наполнения от времени ожидания при нерегулярном движении (наблюдения 20 III 29 г. на маршруте № 9 в Ленинграде).

Как и всякое обстоятельство, причиняющее ущерб пассажиру, нерегулярность отражается, в первую очередь, на короткоследующих пассажирах, а также на доходах трамвая. Если пассажир, едущий на 10 *км*, вынужден пользоваться трамваем, то пассажир короткоследующий часто уходит пешком, не дождавшись трамвая. Десятки и сотни тысяч таких пассажиров вынуждены ежедневно перемещаться пешком и на длительное время сохраняют представление о неудобствах трамвая. Помимо того, нерегулярность движения вагонов неизбежно создает и нерегулярность в их наполнении. Поезд, идущий с интервалом в 2 мин., должен наполняться в 5 раз меньше, чем с интервалом в 10 мин. Эта пропорциональность простирается до предельного наполнения вагона. По мере приближения к пределу, даже долго ожидавшие пассажиры или не могут попасть в данный поезд или сами предпочитают ждать следующего, чтобы избежать неудобств, неизбежных при переполнении. Из записей счетных агентов в Ленинграде на маршруте № 9 в течение периода с равномерным графиком (от 9.20 до 14.40) можно было разобрать все записи количества пассажиров по интервалам, которые пассажирам пришлось ждать. Кривая этой зависимости показана на рис. 175. Она идет в начале прямолинейно, а затем, по мере приближения к предельному наполнению, начинает приближаться ассимптотически к пределу.

Нерегулярность чрезвычайно вредна для предприятия: она увеличивает наполнение в одних вагонах, уменьшает в других и делает в конечном итоге сомнительными все старания администрации трамвая не превышать норм наполнения. При нерегулярном движении для перевозки заданного числа пассажиров требуется больше вагонов. Вследствие нерегулярности требуется большая стоянка на конечном пункте, а это вызывает весьма существенное увеличение подвижного состава.

§ 77. Данные разных трамваев

Борьба с нерегулярностью требует определенной организации движения. При наличии ее величина нерегулярности может быть доведена до минимума. Так, в 1928 г. автор лично произвел наблюдения в Вене, Гамбурге и Берлине, в некоторых точках каждого города. Для этого выбирались крупные узловые

пункты с большим числом маршрутов. Среднее квадратическое отклонение (абсолютное) для Вены получилось 1,7 мин., для Гамбурга 1,9 мин., для Берлина на двух пунктах 1,8 мин. и только самый оживленный перекресток Potsdammerplatz в Берлине дал среднее отклонение 2,1 и 3,5 мин. (первая цифра относится к движению из менее оживленной части города, вторая к движению, выходящему из наиболее оживленной улицы Берлина Leipzigerstrasse с большим числом перекрестков, оборудованных световыми сигналами). Число отклонений в 3 мин. и более оказалось в Вене равным 12%, в Гамбурге достигло 15%, в Берлине же (включая Potsdammerplatz) оно равнялось 29%.

Для американского города Мильвоки наблюдения дали следующие цифры: число отклонений 0 (точнее от +0,5 мин. до -0,5 мин.) = 30,2%; отклонений +1 мин. —20,5%, —1—12,6%; +2 и больше —18,4%; —2 и больше —22,3%. Из этих цифр можно примерно получить, что среднее квадратическое отклонение равно 1,5 мин. В сравнении с этими цифрами больших городов с бойким уличным движением, ежесекундно ставящим препятствия движению вагонов, цифры Ленинграда, с чрезвычайно слабым, кроме трамвайного, движением, дают очень высокую нерегулярность. В марте 1927 г. было произведено специальное обследование этого вопроса, которое дало по всей сети за целый день, в среднем, среднее квадратическое отклонение в 3,04 мин. Кривая распределения показывает, что отклонений в 3 минуты и больше было всего 35%. Такое положение свидетельствует о полном произволе в движении, о полном отсутствии организующей силы, которая восстановила бы нарушенную регулярность. В самом деле, при данном обследовании можно было установить прямую зависимость между величиной среднего квадратического отклонения и расстоянием от начала маршрута; цифры получились следующие:

Наблюдательный пункт от начала маршрута			
до 10 мин.	ср. отклонение		2,57 мин.
10—20 мин.	„	„	2,86 „
20—30 „	„	„	3,00 „
30—40 „	„	„	3,34 „
40—50 „	„	„	3,74 „

Если бы была организующая сила, постоянно восстанавливающая нарушенное равновесие, то на всех наблюдательных пунктах нерегулярность должна бы быть примерно одинаковой. Если, наоборот, движение происходит совершенно хаотически, то нерегулярность должна возрастать с расстоянием, но по законам теории вероятности не прямо пропорционально пробегу, а пропорционально квадратному корню из пробега. Приведенная таблица достаточно соответствует этому правилу и совершенно ясно свидетельствует о том, что вопросу о регулярности движения в Ленинграде должного внимания не посвящалось.

Обследование, произведенное в марте 1930 г. в одной точке дало уже 4,12 мин. в качестве δ_q. В другой точке на окраине маршрут № 9 дал по направлению из города 3,6 мин., а в город 2,9 мин.

Личные впечатления автора показывают, что положение не лучше или немногим лучше в других советских городах. Это объясняется совершенно недостаточным вниманием к вопросам регулярности движения со стороны руководства, отсутствием организационной системы и слабой дисциплиной бригад и линейных агентов.

§ 78. Организация надзора за регулярностью

Методы организации регулярного движения довольно разнообразны. В основном дело сводится к тому, чтобы побудить вожатого постоянно проверять свою езду, сверять действительное время пробега с установленным и постоянно исправлять ошибки, накопившиеся по его вине или вследствие случайных задержек движения, из-за быстроходности или тихоходности вагона и др. Далее необходимо обеспечить своевременное отправление вагона с начального пункта. Наконец, во всех случаях более крупных нарушений движения необходимо принятие ряда мер как по исправлению повреждений и устранению препятствий, так и по

устройству обходных движений, возвратов с середины линий, сгущений и применению других методов.

Для постоянного выправления накопившейся нерегулярности, если она невелика, у вожатого есть ряд возможностей; наиболее эффективным способом является изменение выбега: как мы уже видели в главе 4, этот метод дает наибольшие результаты в смысле изменения скорости сообщения. В случае надобности вожатый может также несколько интенсивнее тормозить и ускорять, ездить с большими скоростями по кривым и стрелкам (не выходя за пределы безопасности), а также уменьшать простои на остановках или, наоборот, придерживать несколько больше необходимого. Проще всего, конечно, замедлять движение, но надо это делать так, чтобы это не бросалось в глаза пассажирам и не вызывало их недовольства. В известных пределах вполне возможно и повышать скорость, так как установленные пробеги всегда должны содержать и содержат известный запас. Только в особых случаях, например если вагон особо тихоходный, нагнать до нормы бывает трудно.

Важно только своевременно информировать вожатого о том, как он едет—с загоном или с опозданием и на сколько. Вопрос о том, как часто вожатый должен сверять свою скорость с нормой, зависит от требуемой точности и от естественного „рассеяния" получаемого при езде разных вагонов и вожатых в разных условиях на том же участке, т. е. зависит от различных отклонений от нормы. Из обследования регулярности, произведенного в Ленинграде, установлено, что при наличном объеме уличного движения, большой пестроте вагонов и мало дисциплинированных вожатых, среднее рассеяние достигает 10%. Требуя точности до одной минуты, мы должны таким образом сверять езду каждые 10 минут. Если делать это реже, то от одной контрольной точки до другой может накопиться ошибка в 2 минуты и больше, что уже нежелательно.

На некоторых небольших и средних трамваях в СССР, где отсутствует расписание, применяется метод регулирования движения по встречным поездам. Вожатый знает, что если на маршруте шесть поездов, то отправляясь с конечного пункта, он должен первый встречный поезд найти у такой-то остановки, второй на перегоне между двумя другими остановками и т. д. Поезд, опоздавший к встрече, должен нагнать к следующей, загнавший должен затянуть встречу до нормы. Этим методом выравнивается езда разных вагонов и создается некая средняя. Метод выполним только при сравнительно редком движении, небольшом числе вагонов на маршруте и не очень густом уличном движении. Если интервал на маршруте 4 минуты, то встречи должны быть каждые 2 минуты и вожатому уже невозможно следить за ними. Движение других маршрутов на той же линии мешает и приводит к путанице. При напряженной езде в густом уличном движении, вожатый легко может пропустить незамеченным встречный вагон. Но и для малых городов этот метод не создает организованной езды, а только узаконяет и иногда выравнивает существующие пробелы. При сложном расписании с частой сменой интервала, сгущениями, перебросками и т. д. данный метод совершенно непригоден. Только за неимением расписания приходится прибегать к подобному суррогату. Как общее правило, скорость движения должна быть сверена с расписанием.

Наиболее распространенная в Германии и Америке организация регулярности возлагает ответственность на вожатых, инспекторов движения (Supervisors, line inspectors, Befriebsaufseher), находящихся в середине маршрута, и отчасти на кондукторов. За правильное отправление вагона с конечного пункта отвечает в Германии преимущественно кондуктор, в Америке - вожатый. За соблюдение скорости по маршруту отвечает вожатый. Линейные агенты имеют роль наблюдательно-контрольную: они проверяют прохождение каждого вагона и, если имеются отклонения от расписания (в Берлине свыше 2 мин.), они делают указание вожатому. Они же делают распоряжения в случаях нарушения движения, обходных движений, возвратов, несчастных случаев с людьми и т. д.

В СССР, помимо этих агентов, имеются еще агенты на конечных пунктах (обер-кондуктора в Ленинграде, начальники станций в Москве). Кое-

где такие же агенты имеются и в Америке (terminal-inspectors) и очень редко в Германии. В СССР их роль велика, так как настоящего контроля посредине линии не установлено. Обер-кондуктор отправляет вагоны по расписанию (если таковое есть), а затем вожатый должен соблюдать установленное время пробега по отдельным участкам. В большинстве советских городов вожатый лишен возможности выполнить это за отсутствием у него часов. Агенты в середине маршрута (контролеры движения в Москве, дежурные в Ленинграде) также имеются, и они снабжаются часами. В большинстве случаев, однако, наблюдение за регулярным движением вагонов не является их основной обязанностью, и они часто отлучаются, вследствие чего за регулярностью движения недостаточно следят.

Иногда в Ленинграде применяется комбинированная организация: при разветвлении окраинной линии в нескольких направлениях, агент в точке разветвления исполняет обязанности агентов на всех соответствующих конечных пунктах. В итоге система, применяемая в СССР, имея большое количество агентов на линии и не давая вожатому достаточных средств для сверки регулярности, фактически снимает с него ответственность и возлагает ее только на линейных агентов, находящихся посредине и в конце маршрута; но линейные агенты не в состоянии уследить за всеми деталями езды вожатого и опять-таки всегда могут свалить ответственность за неисправность езды на вожатого. В итоге и получаются цифры нерегулярности движения трамваев, приведенные выше.

Обратное положение существует в некоторых городах Америки, где в основе ответственность за езду лежит на вожатом и контроль осуществляется в первую очередь автоматически: на контрольных пунктах и на столбах в пределах достижимости для вожатого, а также на конечных пунктах установлены контрольные часы. Вожатый при проезде вставляет в них свой листок и получает отметку времени. При этом условии количество необходимых агентов гораздо меньше, и их роль сводится только к вмешательству при очень резких отклонениях или при нарушениях движения и повреждениях. Листки вожатого разбираются впоследствии в парке, где сверяется действительная езда с расписанием.

Для правильной организации регулярности движения необходимы, прежде всего, хорошие часы. При положении, наблюдаемом у нас, когда часто у разных вокзалов и даже часы с надписью „точное время" показывают разницу до пяти минут и больше, а часы башенные одной стороной циферблата указывают торопящемуся на службу или на поезд человеку, что времени еще много, а другой стороной говорят об опоздании, — при таком положении очевидно движение трамваев с точностью до минуты не наладить.

Наилучшим средством является собственная система электрических часов, расставленная на конечных пунктах и на контрольных точках. Такая система существует в Берлине, Вене, Москве и Ленинграде. Обычно часы приводятся в движение постоянным током ежеминутно. Диаметр часов необходимо брать не менее 70 *см* и деления делать очень четкими, в противном случае, в расстоянии 50—80 *м* легко могут произойти ошибки в 1 минуту. Лучше всего надписей на часах не делать никаких, так как ни вожатые ни жители города не нуждаются в них, и в то же время надписи эти мешают четкому различению минут. Стрелки также должны иметь простейшую форму. При больших городских сетях все часы разбиваются на несколько групп (петель), и в каждой из них ток проходит последовательно. Обычно одной станцией в центре города можно обслужить район до 20 *км* в диаметре с 100—150 часами. При большем объеме города приходится делать добавочные подстанции. Количество всех часов в Ленинграде около 100, и кроме того 50 — комнатного типа для подстанций, парков, мастерских и пр.

Хорошо налаженная система электрических часов лучше всего разрешает задачу, но ее стоимость довольно велика. Оборудование ленинградской сети обошлось около 100 тысяч руб.

Большинство немецких и американских трамваев обязывает всех вожатых, кондукторов и линейных агентов иметь собственные хорошо идущие часы и самим следить за их соответствием точным часам. Город Лейпциг за свой

счет выдает часы всему персоналу движения и сам их чинит особым штатом часовщиков. У нас в СССР вожатые и кондуктора обыкновенно часов не имеют, а линейные агенты получают часы от управления трамвая, которое их и чинит.

Во избежание неправильного хода, в случае отсутствия электрических часов, необходимо наладить регулярную сверку часов во всех парках, подстанциях, в конечных и контрольных пунктах. Для этого вполне пригоден метод, применяемый в Брюсселе и некоторых других городах: в определенные часы дня (в Брюсселе от 6.00 до 6.30 и от 15.00 до 15.30) определенный служащий получает по телефону точное время от обсерватории и по телефону же передает его по всем указанным пунктам. Такая сравнительно простая система может наладить довольно хорошее совпадение времени у всех агентов на линии.

Некоторые трамваи устраивают контрольные часы на самих вагонах (Лейпциг), причем иногда эти часы даже соединяются с механизмом, который приводится в движение от осей вагона. Стрелка часов в начале каждого рейса приводится на нуль и затем сверяется со стрелкой, показывающей положение вагона: расхождение стрелок означает загон или опоздание. Этот аппарат слишком сложен и не представляет особых преимуществ, которые могли бы оправдывать его содержание и ремонт, стоящие довольно дорого.

Как вожатый, так и линейные агенты должны получить письменные расписания, с которыми они могут сверить свое время езды. При системе жестких кратных интервалов основное расписание может содержать в удобном виде все расписание для всех контрольных точек на весь день (табл. 22, расписание г. Берлина). Вожатые и кондуктора имеют расписания всех маршрутов, обслуживаемых их парком. Линейные агенты на посту имеют расписания всех маршрутов, проходящих через данный пункт. Поскольку каждую четверть часа все расписание повторяется, постольку агент запоминает его легко и не должен заглядывать в листки разных маршрутов.

При системе интервалов нежестких (кратных или произвольных) картина каждый час будет меняться. Поэтому необходимо приготовить в удобном виде расписание на весь день. Для агента на конечном пункте это есть сводка расписаний всех маршрутов с показанием времени прибытия и отправки каждого поезда. Точно так же для агента в середине линии в сводном расписании должно быть показано время прохождения всех маршрутов в каждом направлении отдельно. Удобнее всего сделать это расписание в виде книжки, каждая строчка которой соответствует одной минуте. Против каждой минуты показаны номера поездов каждого маршрута, проходящие в эту минуту через данный пункт (табл. 35). Поскольку книжка держится на воздухе, под дождем и т. п., для нее необходимо приспособить обложку из целлулоида. В зависимости от количества маршрутов, книжка получает страницу на час или на полчаса и очень компактна. По этой книжке линейный агент сверяет прохождение всех поездов. Одного человека можно нагрузить наблюдением за 4—5 маршрутами с частотой 5—8 минут. Такие книжки некоторое время применялись в Ленинграде и были впоследствии отменены, потому, что „мокли под дождем и не удалось приспособить защиты“. Все же при одинаковых климатических условиях такие книжки с большим успехом применяются в Америке.

Для вожатого соответственно расписанию должен быть составлен листок с показанием времени прохождения всех контрольных пунктов в обоих направлениях за всю смену (табл. 36). Этот листок должен выдаваться отдельно на каждую смену вместе с листком вожатого или на вагон по наряду на весь день. Нельзя ограничиться табличкой с показанием времени пробега отдельных участков, так как вожатый должен быть освобожден от счетных операций во время движения, — эту работу за него должна делать предварительно контора. Понятно, что при каждом изменении расписания должны меняться и все сменные расписания данного маршрута. Эта добавочная выборка вполне окупится улучшенной регулярностью.

Что касается вопроса о распределении ответственности, то наша система с большим количеством обслуживающего персонала, как уже указано, по существу только дезорганизует движение. Конечно, при наличии сотен и ты-

Таблица 35

Образец расписания для агента в середине маршрута

Ленинград — Лесной, уг. 1-го Мур. пер.

Время	Из города					В город				
	9	20	21	25	26	9	20	21	25	26
2 00	—	—	6	—	—	—	—	—	—	11
01	2	—	—	—	—	—	—	9	—	—
02	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
03	—	13	—	—	—	—	7	—	—	—
04	—	—	—	—	8	—	—	—	1	—
05	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08	3	—	—	—	—	5	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 10	—	—	7	—	9	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—
12	—	4	—	—	—	—	8	—	—	13
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	4	—	—	—	—	6	—	—	2	—
16	—	—	—	11	10	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 20	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
21	5	2	—	—	—	—	9	11	—	—
22	—	—	—	—	11	7	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
25	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
28	6	—	—	—	12	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—

Таблица 36

Расписание вожатому

МАРШРУТ № 2

Парк им. Блохина

Будни — Смена № 3

Вагон по наряду № 13

Рейс №	Новая деревня	Площадь Льва Толстого	Площадь Революции	Проспект 25 Октября	Сенная	Балтийский вокзал	Парк
14	—	—	17 23	17 32	17 39	17 50	—
15	18 39	18 28	18 22	18 13	18 06	17 55	—
16	18 44	18 55	19 01	19 10	19 16	19 26	—
17	20 12	20 02	19 56	19 47	19 41	19 31	—
18	20 17	20 27	20 33	20 41	20 47	20 57	—
19	21 42	21 32	21 26	21 18	21 12	21 02	—
20	21 47	21 57	22 03	22 11	22 17	22 27	—
21	23 12	23 02	22 56	22 48	22 42	22 32	—
22	23 17	23 27	23 33	23 41	23 47	23 57	—
—	—	—	24 26	24 18	24 12	24 02	21 34

сяч вожатых невозможно оставить линию совершенно без контроля. Наилучшей системой представляется автору механизированная система с контрольными часами. Этот неуклонный и совершенно беспристрастный контроль должен дать наилучший эффект. При этом вожатый предоставлен почти полностью самому себе, и это гораздо больше способствует сознательному отношению и инициативе, чем постоянный надзор агентов. В техническом отношении, при наличии электрических часов, присоединение контрольных штемпелей к общей сети весьма несложно и недорого. Обыкновенные же часы на открытом воздухе будут часто промерзать и потому непригодны. При этом порядке наличие агентов на конечных пунктах является совершенно излишним; агентам же на контрольных точках поручается, в первую очередь, обязанность следить за нарушениями движения, несчастными случаями, посадкой и высадкой, за ездой вожатых, и количество этих агентов соответственно может быть невелико.

§ 79. Диспетчерская система

Следующим шагом по рационализации борьбы с нерегулярностью является организация единой телефонной связи. Пользование общей городской телефонной станцией для всяких сношений при нарушениях движения и при нерегулярности всегда отнимает дорогие минуты. Поэтому многие трамваи устраивают собственную телефонную станцию, с которой непосредственно соединяются все конечные и контрольные пункты, парки, подстанции, участки пути, гаражи для автовышек, а часто также ряд пунктов на линии. В помещениях телефоны устраиваются обычным порядком, на линии же, при отсутствии специальных будок, имеются коробки с телефонами на столбах, открывающиеся ключом. Для вызова агентов, находящихся на улице, к этим телефонам устраиваются мощные звонки на том же столбе или же зажигаются специальные вызывные лампы. Такая телефонная связь устроена на многих трамваях в Америке (Denver, San-Antonio, Kansas); в Лондоне, Берлине, Гамбурге, а последнее время также в Москве. В Берлине установлено всего 200 телефонов, что дает на линии один телефон примерно на 4 *км* двойного пути. В Гамбурге всего телефонов около 150, в городе Канзас на линии 80 штук, в Лондоне 288.

В техническом отношении устройство телефона может быть различное, в зависимости от объема предприятия. Большинство трамваев за границей имеют собственную сеть, причем совершенно не требуется иметь по паре проводов на каждый аппарат. Имеются разные устройства с селекторным вызовом, позволяющие одной цепью с одним, двумя или несколькими проводами обслужить большое количество аппаратов. Наоборот, Москва предпочла абонировать провода у городской телефонной станции, что при данных условиях оказалось выгоднее, а при советских взаимоотношениях вообще целесообразнее.

Метод использования телефонной станции, степень централизации управления бывают разные.

На всех пригородных дорогах в Америке, а также на некоторых средних городских трамваях (San-Antonio) применяется полная централизация управления. Каждый рейс вожатый с конечного пункта звонит в центральную телефонную станцию, сообщает о своем прибытии и получает распоряжение о дальнейшей отправке. Уже при 50 вагонах на линии при этом получится до 100 вызовов в час—около двух в минуту, что можно считать максимальным пределом пропускной способности работника при несложных распоряжениях. В более крупных городах при сложном уличном движении такая полная централизация очевидно невыполнима. В этом случае можно разбить вагоны или сеть на определенные части и соответственно в центральном пункте иметь несколько человек, работающих параллельно. Разделение функций между ними может производиться или по маршрутам (к каждому приписаны определенные маршруты), или по участкам сети (каждый должен обслужить определенный район со всеми его маршрутами, и к нему приписаны все телефоны данного района). И тот и другой варианты имеют свои недостатки: в первом

случае постоянно получается неясность при сообщениях о задержках движения, касающихся нескольких маршрутов сразу; во втором случае в отношении одного и того же маршрута могут получиться разные распоряжения от разных диспетчеров.

В ряде других предприятий (Берлин, Денвер, Лондон, Цинцинатти и др.) значение центральной телефонной станции гораздо более узкое. Здесь линейные агенты сохраняют полную свободу действий, наблюдают за регулярностью, производят, в случае нарушения движения, нужные операции и т. д. Центральная станция только облегчает им работу во всех экстренных случаях: она быстрее устанавливает связь между отдельными пунктами, чем общегородская станция и, в случаях нарушений движения, ответственный агент, постоянно дежурящий, сам вызывает ремонтные бригады, передает распоряжения другим пунктам, а, в случае надобности, отвечает также вызвавшему. Право непосредственно обращаться на центральную станцию имеют в Берлине и других местах также вожатые и кондуктора, для чего все они снабжены ключами к телефонным аппаратам, которые устроены не только в контрольных пунктах, но и в ряде других пунктов на сети. При такой организации в центре достаточно иметь одного человека. В Лондоне дежурит диспетчер и помощник.

Промежуточное положение занимают организаций диспетчерской системы в г. Канзас. Здесь линейным агентам предоставлена только частичная свобода. Агенты на контрольных точках сами следят за нерегулярностью, но в случаях опоздания свыше 5 мин., обязаны сообщать об этом в центр. Точно так же обязательно из центра регулируются все случаи повреждения вагонов, путей, прекращения тока, нарушения движения, переполнения вагонов и т. д. Поэтому в центре постоянно дежурят главный диспетчер и 3 помощника. Они же ведут отчет о всех неисправностях для главного управления. Такое же положение было и в Москве. И здесь одновременно дежурили 4 человека (из коих 1 старший), между которыми были распределены все маршруты. Контролеры движения обязаны были получать у них распоряжения во всех случаях нарушения движения. На конечных же пунктах имелись неответственные агенты (регистраторы), которые только отправляли вагоны по расписанию. В случаях опоздания против расписания свыше 3 мин., они уже должны были сообщать в центр. В настоящее время в Москве порядок изменен в сторону большей самостоятельности линейных агентов.

Исходя из точки зрения максимальной самостоятельности вожатых, представляется нецелесообразным метод, требующий донесения в центр о каждом рейсе. При наличии регулярного движения, такая система только мешает работать. Безусловно желательна собственная станция, расходы на которую (для Москвы около 40 тыс. руб.) несомненно быстро окупятся ускорением ежедневных сношений. Сама техника телефонных сношений делает безусловно целесообразным одновременные распоряжения из этой станции в разные пункты, вызов ремонтных бригад, передачу соответствующим линейным агентам сообщений о происшедших задержках, курсирующих у них маршрутах из чужих районов и распоряжений, как себя вести в подлежащих случаях. Что касается дальнейшего распределения обязанностей между центральными и линейными агентами, то следует учесть ряд обстоятельств. В центре несомненно можно подобрать работников наилучшей квалификации, которые сумеют быстро найти способы исправления всяких повреждений. Линейные агенты должны признать авторитет и распоряжения этого центра. Однако из точки, расположенной где-то в центре города, нельзя видеть всего того, что делается по городу. Рассчитывать только на сообщения вожатых нельзя, так как при задержках вожатый не сможет об этом донести. Но, с другой стороны, и линейный агент, стоящий на своем посту, не видит того, что делается на других концах города, а потому, организуя обходные движения, возвраты, сгущения, он может вступить в конфликт с распоряжениями других агентов. Единая воля работника высшей квалификации, который в состоянии быстро выяснить по телефону положение на всех заинтересованных пунктах, может безусловно дать наиболее правильное решение. Нет надобности загружать лучших работников самыми мелкими вопросами. Поэтому наиболее целесо-

образной представляется организация того типа, который имеется в г. Канзасе. На конечных же пунктах излишне иметь каких-либо агентов. Обязанности регистратора с большим успехом может заменить расписание плюс контрольные часы. При наличии контрольных часов в контрольных точках и центральной телефонной станции, количество линейных агентов может быть доведено до минимума.

§ 80. Восстановление движения при крупных нарушениях

Борьбу с нерегулярностью движения второго рода, т. е. с повреждениями вагонов, путей и прочего оборудования трамвая, следует вести, в первую очередь, улучшением состояния данной части оборудования, системой ремонта и осмотра, обеспечивающей постоянно надежную работу. Но эти меры выходят из круга вопросов, рассматриваемых в настоящем разделе.

Далее для быстрого устранения всяких повреждений необходимо наладить организацию „скорой помощи" для исправлений и срочных ремонтов. Сюда относятся организация запаса и быстрой замены поврежденных вагонов, организация срочного исправления вагонов на линии; организация дежурных бригад для подъемки вагонов, сошедших с рельсов; автовышки или вагона-вышки для срочных ремонтов воздушной сети; бригады для переключений на линии неисправных фидеров; бригады для срочных ремонтов путей и особенно стрелок и крестовин. Эти вопросы обычно выходят из круга ведения службы движения и будут нами рассмотрены в дальнейших разделах. Следует обратить особое внимание на метод замены неисправных вагонов. В довоенное время в Ленинграде неисправный вагон, если его нельзя было в короткий срок ремонтировать на линии, возвращался в парк и только после этого высылался заменяющий, что вызывало нарушение движения и расстройство регулярности на час и более. В 1924 г. введен порядок, при котором как только обнаруживается неисправность вагона, из парка немедленно вызывается смена, причем часто удается организовать смену в середине линии или на конечном пункте так, чтобы совершенно не расстраивать нормальных интервалов.

Важнейшей функцией центральных диспетчеров и линейных агентов является восстановление движения при разных неисправностях. При уходе вагона из-за повреждения и ожидаемой в короткий срок замене, необходимо возможно скорее передвинуть вагоны на место ушедшего, за счет стоянки на конечном пункте. Если, например, по расписанию отправки через 5 мин., а именно в 7.00, 7.05, 7.10, 7.15, 7.20, 7.25, 7.30, 7.35, 7.40 и т. д. и вагон в 7.05 уходит в парк, причем смена ожидается в 7.30, то мы организуем следующие отправки: 7.00, 7.07 (вместо 7.10), 7.12 (вместо 7.15), 7.17, 7.22, 7.27 (вместо 7.30), 7.30 (вновь пришедший), 7.35 (нормально) и т. д. При этом номера вагонов по наряду должен быть изменен.

Если поезд ушел и смена скоро не ожидается, то приходится перейти на новый интервал. Для этого линейные агенты должны иметь примерные таблички, по которым они могут быстро рассчитывать движение по новому интервалу. Эти таблички должны предусмотреть для всех маршрутов движение при разных числах вагонов на линии.

Ряд трамваев, в случае выхода вагона из строя, сохраняет интервал нормально, но устраивает возврат для части вагонов. Этот метод следует в большинстве случаев отклонить, так как он вносит крайнюю нерегулярность в движение вагонов, нервирует пассажиров, заставляет их очень долго ждать, переполняет определенные вагоны ради кажущегося благополучия при отправлении с одного из конечных пунктов. В некоторых случаях можно применять возвраты части вагонов при их длительной задержке на линии из-за схода с рельсов, повреждения провода, но и в этом случае особенно нельзя лишать вагонов тех пассажиров, которые уже давно ждут на остановках и которых накопилось, очевидно, много. При малых задержках (до 10 минут), необходимо стараться по возможности восстановить движение полностью за счет большей скорости и уменьшения простоя для затронутых вагонов. Если же простой был слишком длинен и затронул большое число вагонов, то необходимо совершенно выпустить ряд отправок и сдвинуть номера по наряду всех ваго-

нов. Все же при задержке средних размеров возврат иногда бывает целесообразен. Так, на прилагаемом примере (табл. 37) маршрут *AB* имеет длину пробега 34 мин., стоянку 6 мин. на каждом конце, итого пробег 40 мин. При восьмиминутном интервале работают 10 поездов. Пусть в точке *C* при движении от *A* к *B* произошла задержка в течение времени от 7.20 до 7.45. При этом в точке *C* соберутся 4 поезда (№№ 2, 3 и 4) и ожидается через минуту еще поезд № 4. В этом случае целесообразно вагон № 4 отправить возвратом, выбрав для этого ближайшую подходящую точку *Д* (петля, треугольник). Пусть пробег *AC*=22 мин. *СД*=6 мин. Нормальное расписание показано в таблице 37, расписание при задержке—на таблице 37. Поезд № 4 возвращен от точки *Д* и от *A* пошел со стоянкой всего в 3 мин.; поезд № 2 сделал полный оборот, но без стоянок, поезд № 3 также получил сокращение стоянок, № 5 пошел нормально. Пассажиры на остановках от *C* к *B*, в виду задержки, долго ждали поезда, но сразу получат, вместо четырех поездов, только три, что достаточно, зато пассажиры от *B* к *A* впоследствии получат подкрепление поездом № 3.

Таблица 37

МАРШРУТ *ACDB*

Пробег *AC* = 22 мин.
CD = 6 „
DB = 6 „

AB = 34 мин.

Стойка = 40 „

Интервал поездов — 8 мин.

Расписание нормальное

Поезд	*A*	*C*	*D*	*B*	*A*	*C*	*D*	*B*
1	6 52	7 14	7 20	7 32	8 12	8 34	8 40	8 52
2	7 00	7 22	7 28	7 40	8 20	8 42	8 48	9 00
3	7 08	7 30	7 36	7 48	8 28	8 50	8 56	9 08
4	7 16	7 38	7 44	7 56	8 36	8 58	9 04	9 16
5	7 24	7 46	7 52	8 04	8 44	8 06	9 12	9 24
6	7 32	7 54	8 00	8 12	8 52	9 14	9 20	9 32
7	7 40	8 02	8 08	8 20	9 00	9 22	9 28	9 40
8	7 48	8 10	8 16	8 28	9 08	9 30	9 36	9 48
9	7 56	8 18	8 24	8 36	9 16	9 38	9 44	9 56
10	8 04	8 26	8 32	8 44	9 24	9 46	9 52	10 04

Измененное расписание при задержке в С с 7 20 до 7 45

Поезд	*A*	*C*	*D*	*B*	*A*	*C*	*D*	*B*
1	6 52	7 14	7 20	7 32	8 12	8 34	8 40	8 52
2	7 00	7 45	7 51	7 57	8 31	8 50	8 56	9 08
3	7 08	7 45	7 51	7 58	8 36	8 58	9 04	9 16
4	7 16	7 45	7 51	—	8 22	8 42	8 48	9 00
5	7 24	7 46	7 52	8 04	8 44	9 06	9 12	9 24

При полном прекращении движения на маршруте или на значительной его части, необходимо переставить номера по наряду всех поездов, подогнав к какому-либо подходящему по расписанию. Если, например, в вышеприведенном случае произошла от 7.20 до 7.50 полная остановка движения, то например, поезд № 1 вместо 7.34 придет на конечный пункт *B* в 8.04 и может быть отправлен без стоянки вместо № 4, № 2 вместо № 5 и т. д.

В ряде случаев, при задержке движения на маршруте и наличии параллельных путей, целесообразно организовать обходные движения. Трудно дать при этом какие-либо общие руководящие указания, так как выбор направления и прочие данные для обходных движений зависят от местных условий, расположения сети, стрелок и переходных кривых, от пассажирских потоков, их интенсивности и направления. В общем можно принять, что обходное движение должно возможно скорее выйти на установленный маршрут и, во всяком случае, выйти к конечному пункту данного маршрута. Однако и это правило далеко не всегда целесообразно применять. Часто, стремясь возможно скорее выйти на свой маршрут, мы слишком удлиняем путь обходного движения.

Линейные агенты имеют часто право, в случаях переполнения вагонов, принимать экстренные меры для разгрузки, возвраты, сгущения, переброски с маршрута на маршрут и т. д. Необходимо применять в этой практике особую осторожность. Агент, стоящий на своем посту, не может обозреть всей линии, он видит только переполнение проходящих у него вагонов. Снимая вагоны с какого-либо маршрута, который в его районе не загружен, он может оголить чрезвычайно загруженный участок в другом районе. Необходимо в основе, чтобы расписания были составлены с учетом решительно всех местных, хотя бы и кратковременных пассажиро-потоков, чтобы они часто пересматривались и проверялись. При этом все трудовые, вокзальные, театральные максимумы уже будут предусмотрены. И в отношении таких случаев, как гулянья, заседания и другие скопления пассажиров, управление трамвая обязано заглядывать вперед и хотя бы за день-два давать соответствующие распоряжения о прибавке или, в крайнем случае, о переброске вагонов по возможности с приложением измененных расписаний. Все же будет ряд непредусмотренных крупных пассажиро-потоков, обслуживание которых должно решаться на месте. В этих случаях лучше не давать линейным агентам права самостоятельно отменять расписания, а направлять к ответственному дежурному по службе движения. При наличии диспетчерского пункта, подобные вопросы должны им разрешаться, так как диспетчера могут быть в курсе положения дел на всей линии.

Глава 16

СВОДНЫЕ ФОРМУЛЫ ДВИЖЕНИЯ

§ 81. Сводные формулы движения

Мы разобрали в предыдущих главах все важнейшие вопросы движения, представляющие основной интерес для пассажира в смысле затраты времени и удобств и в то же время решающие для предприятия. В настоящей главе мы сведем все сказанное в виде двух формул, одна из них характеризует в итоге значение трамвая для пассажира, которое мы качественно, но не количественно, обрисовали в гл. 3, а другая характеризует соотношение между спросом и предложением, между потребностью в перевозках и теми услугами, которые трамвай действительно предоставляет.

Повторим те обозначения, которые выше были приняты в процессе изложения, и прибавим некоторые новые:

F — площадь города в *кв. км*. Для наших целей необходимо учитывать так называемую обслуженную площадь (territory served), куда относятся заселенные участки на расстоянии примерно до 1,5 — 2 *км* от трамвайной линии. К сожалению, вместо этого правильного показателя, приходится обычно пользоваться площадью внутри официальной черты города. Из разных источников иногда получаются для одного и того же города весьма различные цифры, в зависимости от того, учтены ли пригороды, зеленые площади, водные пространства и др.

N — население на указанной площади (population served). Для этого фактора мы также иногда находим противоречивые цифры (хотя разницы не столь велики, как для площади), в зависимости от способа учета пригородов и точности статистики.

$n = N : F$ — плотность населения на *кв. км*. Эта цифра обычно составляет от 5 тысяч до 10 тысяч человек или 50 до 100 на гектар.

P — число перевезенных за год пассажиров. При участковом тарифе считается полная поездка. Пересевший пассажир считается только раз.

p — число поездок на жителя ($P : N$). Выше мы (глава 1) нашли для этого показателя цифры от 30 — 50 и до 500.

L_m — средняя длина поездки одного пассажира. При пересадке считается суммарная длина обеих поездок.

L — длина сети по оси улиц. При двухколейном пути считается только один путь. Переходы в пути не считаются. В перекрестках кривые не считаются.

$l = L : F$ — плотность сети в *км* на *кв. км*. Выше мы нашли цифры от 0,5 до 8.

M — сумма протяжений всех маршрутов (*км*).

m — маршрутный фактор ($M : L$).

h — число часов регулярного движения всей маршрутной системы. Если некоторые маршруты кончают движение ранее других, то необходимо подсчитать среднее взвешенное. По каждому маршруту считают время от первой отправки в полный рейс до последней. Парковые рейсы не считаются.

i — средний интервал по сети (мин.).

i_m — средний интервал помаршрутный.

W — число инвентарных моторных вагонов (мот. вагоны, работающие в качестве прицепных, считаются как прицепные).

$w' = W : L$ — число поездов на *км* сети.

λ — среднее число вагонов в поезде.

H — число часов работы инвентарного вагона в год.

r_0 — наполнение вагона по установленной норме.

r — наполнение вагона действительное среднее годовое.

K_r — коэфициент наполнения ($r : r_0$).

w — скорость пешехода.

v_e — „ сообщения трамваем.

v_r — „ эксплоатационная.

d — расстояние между остановками (среднее взвешенное). Для правильного определения недостаточно всю длину сети L поделить на число перегонов или сумму протяжения всех маршрутов (M) поделить на сумму числа перегонов по всем маршрутам. Такой подсчет обычно дает несколько преувеличенные цифры. Правильно сумму вагоно-километров поделить на сумму вагоно-остановок, для чего мы число рейсов по каждому маршруту умножаем на число перегонов и произведения складываем.

σ — процент пересадок к общему числу пассажиров. Двукратная пересадка считается дважды.

δ_q — среднее квадратическое отклонение от интервала по времени, вследствие нерегулярности.

ϑ_q — среднее относительное отклонение ($\delta_q : i_m$).

$\varkappa$ — процент парковых рейсов к регулярным.

В разных главах уже были анализированы отдельные элементы затраты времени пассажира:

1) время, необходимое для того, чтобы дойти пешком до трамвайной линии и обратно. Теоретически мы нашли для пройденного пути в оба конца

$$l_1 = \frac{2}{3l}.$$

Учитывая практическую поправку, мы условились принять

$$l_1 \approx \frac{1}{3l},$$

а время для этого пути

$$t_1 = \frac{1}{3l \cdot w};$$

2) время, необходимое для того, чтобы дойти вдоль трамвайных путей до и от остановки, мы в главе 5 нашли равным (с некоторыми неучтенными поправками)

$$t_2 = \frac{d}{2w};$$

3) время ожидания вагона зависит от интервалов и регулярности. Играют роль оба интервала — по сети и по маршруту (i и i_m), но в какой мере, зависит от конкретной конъюнктуры в каждом отдельном случае. Принимаем грубо, опираясь на некоторые просчитанные примеры (глава 12), что средний взвешенный интервал равен $\frac{i + i_m}{2}$. Таким образом, при совершенно регулярном движении мы имели бы среднюю потерю времени на ожидание

$$t_3 = \frac{i + i_m}{4}.$$

Влияние нерегулярности мы выше (глава 15) условились для $^2/_3$ всех поездок учесть умножением на $(1 + \vartheta_q{}^2)$, для $^1/_3$ же величиной $2\delta_q$ или $2 \cdot i_m \cdot \vartheta_q$. Это правильно для пассажиров, ожидающих один определенный маршрут. Для пассажиров же, имеющих выбор двух или нескольких маршрутов, нерегулярность скажется соответственно меньше, так что для $^1/_3$ пассажиров мы можем грубо считать, вместо $2i_m \cdot \vartheta_q$, величину $(i + i_m) \cdot \vartheta_q$, т. е. всего прибавка составит

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{i_1 + i_m}{4} \cdot \vartheta_q{}^2 + \frac{1}{3} (i + i_m) \vartheta_q.$$

а всего время ожидания в среднем

$$t_3 \approx \left(\frac{i_1+i_m}{4}\right)\left(1+\frac{2}{3}\cdot\vartheta^2 q\right)+\frac{1}{3}\cdot(i+i_m)\cdot\vartheta_q \approx \left(\frac{i+i_m}{4}\right)\left[1+\frac{2}{3}\cdot\vartheta_q^2+\frac{4}{3}\vartheta_q\right];$$

4) время ожидания при пересадке зависит от основного среднего времени ожидания и от количества пересадок. Кроме того, мы приняли, в среднем, затрату около $^1/_2$ минуты на самый переход из вагона в вагон. Итого, в среднем, на всех пассажиров города получим

$$t_4=\left(\frac{i+i_m}{4}\right)\left(1+\frac{2}{3}\vartheta_q^2+\frac{4}{3}\vartheta_q\right)\sigma+\frac{1}{2}\sigma;$$

5) время самой езды

$$t_5=\frac{L_m}{v_r}.$$

Полное время на поездку в среднем на всех пассажиров:

$$T=\frac{L_m}{v_r}+\frac{1}{3l\cdot w}+\frac{d}{2w}+\frac{(i+i_m)}{4}\left(1+\frac{2}{3}\vartheta_q^2+\frac{4}{3}\vartheta_q\right)(1+\sigma)+\frac{1}{2}\sigma.$$

Посмотрим теперь, сколько времени пассажир потратил бы при хождении пешком. Предположим сперва, что пассажир пойдет до трамвайной линии и далее по трамвайной улице проделает пешком тот же путь, который он проделал бы в трамвае.

До трамвайной линии и обратно он пройдет путь $l_1=\frac{1}{3l}$.

Вдоль трамвайной линии до и от остановки пассажир пройдет не тот путь, который он проделал бы при езде на трамвае. В последнем случае, как мы видели, он часто ходит не вперед, а назад. На фиг. 22 мы точку раздела определим в расстоянии $\frac{d}{2}\left(1+\frac{w}{v_r}\right)$ от остановки по направлению движения и в расстоянии $\frac{d}{2}\left(1-\frac{w}{v_r}\right)$ от остановки в обратном направлении, причем в первом направлении идет $\frac{1}{2}\left(1+\frac{w}{v_r}\right)$ всех пассажиров, а в обратном $\frac{1}{2}\left(1-\frac{w}{v_r}\right)$. Для последней группы величина одного лишнего перегона d входит в длину поездки L_m. При хождении пешком, все пассажиры пойдут вперед. Таким образом, против суммарного пути, пройденного в трамвае $-\left(\frac{d}{2}+L_m\right)$ для $\frac{1}{2}\left(1-\frac{w}{v_r}\right)$ всех пассажиров получится экономия как в начале, так и в конце поездки, туда и обратно по $\frac{d}{4}\left(1-\frac{w}{v_r}\right)$, что дает, в среднем, на всех пассажиров

$$\frac{1}{2}\cdot\left(1-\frac{w}{v_r}\right)\cdot 4\cdot\frac{d}{4}\left(1-\frac{w}{v_r}\right)=\frac{d}{2}\left(1-\frac{w}{v_2}\right)^2.$$

Учитывая, что $\frac{w}{v_r}$ небольшая величина и пренебрегая ее квадратом $\left(\frac{w}{v_r}\right)^2$, получаем, что из общего пути $L_m+\frac{d}{2}$ надо вычесть $\frac{d}{2}\left(1-\frac{2w}{v_r}\right)$, так что путь, пройденный пешком, будет $l_2=L_m+\frac{dw}{v_r}$, а вместе с элементом l_1 полный путь пешего хождения

$$L_0'=\frac{1}{3l}+\frac{d\cdot w}{v_r}+L_m.$$

Однако далеко не всегда путь L_0 является наиболее выгодным. Можно думать, что он был целесообразен при пользовании трамваем, но при пешем хождении часто представятся значительно более удобные пути, более короткие. Как часто это будет иметь место и в каком проценте путь пешком может быть сокращен против трамвайного — зависит от расположения трамвайной сети как по густоте, так и по форме сети путей, в отношении к уличной сети. Если, например, сеть путей прямоугольная, и кроме того имеется ряд диагональных нетрамвайных улиц, то последние дадут сокращение пути весьма значительное. Если две точки при прямоугольной сети лежат по одной стороне соединяющего их прямого пути (рис. 176), то возможно сообщение их по улице, параллельной трамваю. Из приведенных примеров ясно, что влияние этого скажется, во-первых, на элементе $\frac{1}{3l}$, который во многих случаях совсем отпадет или сильно сократится, во-вторых, на самом пути L_m, но значительно меньше и реже. Принимаем на круг, что первый элемент сократится на половину, второй же умножим на коэфициент $\varphi<1$, величина которого сильно зависит от формы сети. При радиально-круговой и треугольной системе можно принять, что этот коэфициент немного меньше 1, поскольку коэфициент непрямолинейности равен 1,09. При прямоугольной системе путей все дело зависит от того, имеются ли нетрамвайные диагонали. Итого действительный путь хождения пешком $L_0=\frac{1}{6l}+\frac{d\cdot w}{v_r}+\varphi\cdot L_m$,

а время, на это потребное.

$$T_0 = \frac{\varphi \cdot L_m}{w} + \frac{1}{6l \cdot w} + \frac{d}{v_r}.$$

Величина абсолютной экономии времени получается

$$T_0 - T = \frac{\varphi \cdot L_m}{w} + \frac{1}{6 \cdot l \cdot w} + \frac{d}{v_r} - \frac{L_m}{v_r} - \frac{1}{3l \cdot w} - \frac{d}{2w} -$$

$$\frac{(i + i_m)}{4}\left(1 + \frac{2}{3}\vartheta_q^2 + \frac{4}{3}\vartheta_q\right)(1 + \sigma) - \frac{1}{2}\sigma.$$

$$= L_m\left(\frac{\varphi}{w} - \frac{1}{v_r}\right) - \frac{1}{6l \cdot w} - d\left(\frac{1}{2w} - \frac{1}{v_r}\right) - \left(\frac{i + i_m}{4}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\vartheta_q^2 + \frac{4}{3}\vartheta_q\right)(1 + \sigma) - \frac{1}{2}\sigma.$$

Основной элемент экономии $L_m\left(\frac{\varphi}{m} - \frac{1}{v_r}\right)$ зависит от длины поездки и соотношений скорости. От него производят вычеты:

1) на хождение до трамвайных путей $\frac{1}{6lw}$,

2) на хождение до остановки $d\left(\frac{1}{2w} - \frac{1}{v_r}\right)$,

3) на ожидание, включая пересадки,

$$\left(\frac{i + i_m}{4}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\vartheta_q^2 + \frac{2}{3}\vartheta_q\right)(1 + \sigma) + {}^1/_2\,\sigma.$$

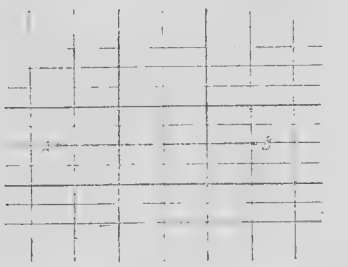


Рис. 176. Сокращение пути при трамвайной поездке.

В качестве примера возьмем Ленинград 1930 г. Длина поездки равна в одном вагоне по статистическим данным $3{,}97 \cong 4{,}0$ *км*. Принимая процент пересадок на глаз $\sigma = 0{,}15$, получаем действительную длину поездки $L_m = 4{,}0 \cdot 1{,}15 = 4{,}6$ *км*. Скорость пешехода была уже нами принята в $v = 1{,}25$ *м*/сек $= 4{,}5$ *км* в час. Скорость сообщения $v_r = 15{,}0$ *км*/час $= 0{,}25$ *км*/мин. Расстояние между остановками $d = 470$ *м*. Интервал по сети $i = 3{,}5$ мин., помаршрутный $i_m = 9{,}0$ мин. Среднее квадратическое отклонение от интервала $\delta_q = 3{,}6$ мин., относительная нерегулярность $\vartheta_q = 3{,}6 : 9{,}0 = 0{,}4$. Величину φ оцениваем в 0,97. Плотность сети $l = 0{,}55$. Из этих данных имеем при трамвайной поездке

1) время хождения пешком до и от путей $t_1 = \frac{1}{3l \cdot w}$ . . . . . $= 8{,}0$ мин.

2) то же до и от остановки $t_2 = \frac{d}{2w}$ . . . . . $= 3{,}1$ „

3) время ожидания на остановке $t_3 = \left(\frac{i + i_m}{4}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{3}\vartheta_q^2 + \frac{4}{3}\vartheta_q\right) =$

$= 3{,}1 + 0{,}3 + 1{,}7$ . . . . . $= 5{,}0$ „

4) то же на пересадке $t_4 = 5{,}0 \cdot 0{,}15 + 0{,}5 \cdot 0{,}15$ . . . . . $= 0{,}8$ „

5) время езды $t_5 = \frac{L_m}{v_r}$ . . . . . $= 18{,}4$ „

Итого . . $= 35{,}3$ мин.

При хождении пешком

$$T_0 = \frac{\varphi \cdot L_m}{w} + \frac{1}{6 \cdot l \cdot w} + \frac{d}{v_r} = 58{,}2 + 4{,}0 + 1{,}9; \quad T_0 = 64{,}1.$$

Экономия времени на каждую поездку

$$T_0 - T = 28{,}8 \text{ мин.}$$

Если откинуть все накладные расходы времени, то экономия на самом пути проезда была бы

$$L_m\left(\frac{\varphi}{m} - \frac{1}{v_r}\right) = 39{,}8 \text{ мин.}$$

Потерями: 4,0 мин. на недостаточной разветвленности сети,
1,2 „ „ „ густоте остановок,
5,0 „ „ ожидание,
0,8 „ „ пересадку.

Итого 11,0 мин.

Оценивая время хождения пешком в 40 коп. и время ожидания и езды в 25 коп. в час, мы получаем, что на каждой поездке пассажир выгадывает:

$$\frac{64{,}1\cdot 40}{60}-\frac{(8{,}0+3{,}1)\cdot 40}{60}-(5{,}0+0{,}8+18{,}4)\cdot\frac{25}{60}=42{,}8-(7{,}4+10{,}1)=25{,}3 \text{ коп.}$$

Под относительной экономией времени мы будем понимать отношение $\eta = T_0 : T$. Для Ленинграда оно равно

$$\eta=\frac{64{,}1}{35{,}3}=1{,}82.$$

Чем меньше средняя длина поездки при прочих равных условиях, тем меньше экономия $T_0 - T$ и коэфициент η. Если принять прочие цифры Ленинграда, но менять L_m, то получим

$$T_0 - T = 8{,}65 L_m - 11{,}0 \text{ мин.}$$

При $L_m = 1{,}28$ *км* экономия равна нулю. Если, тем не менее, находится еще довольно много пассажиров с меньшей длиной проезда, то для этого имеются две причины:

1) для многих играет большую роль экономия энергии при трамвайной поездке;

2) величина потери времени 11,0 мин. является только средней для Ленинграда; пассажиры же, живущие близко к остановке, на людных улицах с частым движением, теряют значительно меньше, и потому для них трамвай выгоден. На людных улицах многие пассажиры систематически пользуются трамваем на 1—2 остановки и почти всегда выгадывают время против пешего хождения.

Вторая формула дает соотношение между спросом и предложением мест на трамвае, исходя из основных показателей.

Число пассажиро-километров по всей сети равно в год

$$PL_m = p\cdot N\cdot L_m = p\cdot n\cdot L_m\cdot F.$$

Число предоставленных место-километров можем определить тремя путями:

1) W поездов или $W\lambda$ вагонов в течение года сделают $W\lambda\cdot H$ вагоно-часов или $W\cdot\lambda\cdot H\cdot v_e$ вагоно-километров, т. е представят по известной норме r_0 число место-километров, равное $W\cdot\lambda\cdot H\cdot v_e\cdot r_0$. Так как $W = L'\cdot w' = w\cdot l\cdot F$, то число место-километров равно

$$w'\cdot l\cdot\lambda\cdot H\cdot v_e\cdot r_0\cdot F;$$

2) на сети в L *км*, при интервале в i мин., в течение часа будет сделано $\frac{60\cdot L\cdot 2}{i}$ поездо-километров или $\frac{120\cdot L\cdot\lambda}{i}$ вагоно-километров, а за год $\frac{120\cdot L\cdot\lambda\cdot h}{i}$ ваг.-км. При норме мест r_0, учитывая при том, что $L = l\cdot F$, имеем за год место-километров

$$\frac{120\cdot l\cdot\lambda\cdot h\cdot r_0}{i}\times F;$$

3) то же, исходя из длины маршрутов $M = m\cdot L$ и интервала маршрутного i_m,

$$\frac{120\cdot m\cdot l\cdot\lambda\cdot h\cdot r_0}{i_m}\times F.$$

Действительное число пассажиро-километров, деленное на представленные место-километры, дает средний годовой коэфициент наполнения K_r, откуда получаем следующее четырехчленное уравнение

$$p\cdot n\cdot L_m\cdot F = K_r\cdot w'\cdot l\cdot\lambda\cdot H\cdot v_e\cdot r_0\cdot F = 120K_r\,\frac{l\cdot\lambda\cdot h\cdot r_0\cdot F}{i} = \frac{120\cdot K_r\cdot m\cdot l\cdot\lambda\cdot r_0\cdot h}{i_m}\cdot F.$$

Откинув общий множитель F, мы получаем формулу, содержащую только относительные величины:

$$p\cdot n\cdot L_m = K_r\cdot r_0\cdot w'\cdot l\cdot\lambda\cdot H\cdot v_e = \frac{120\cdot l\cdot\lambda\cdot h}{i}\cdot r_0\cdot K_r = \frac{120\cdot m\cdot l\cdot\lambda\cdot h}{i_m}\cdot r_0\cdot K_r.$$

Анализ этой универсальной формулы позволяет ответить на ряд вопросов в принципиальной практической постановке.

Мы можем, например, найти предел плотности населения для большого города, при которой еще возможно обслуживание его трамваем без чрезмерной перегрузки сети. Принимаем $p = 400$ поездок на жителя в год, $L_m = 4{,}5$ *км*. Плотность сети задаем $l = 2$ *км* на *кв. км* площади города. Число вагонов в поезде $\lambda = 2{,}5$, в среднем; $h = 18$ час. в день $\times 365 \simeq 6\,500$ часов в год. Наполнение нормальное r_0 принимаем 45 человек в вагоне, а средний суточный коэфициент наполнения по всей сети допускаем $K_r = 0{,}50$. Что касается минимально возможного интервала по сети, то на основании опыта ряда городов учитываем, что средний интервал по сети получается в $2^1/_2$—4 раза

больше, чем на наиболее загруженном участке, а средний суточный интервал выше интервала в часы максимума также на 25—40%, так что средний суточный интервал по сети примерно в 3—5 раз выше минимального интервала. Оценивая последний в 35 сек., мы принимаем средний интервал по сети в 150 сек. = 2,5 мин. Итого получаем

$$n \cdot 400 \cdot 4{,}5 = \frac{120 \cdot 2 \cdot 2{,}5 \cdot 6\,500 \cdot 45 \cdot 0{,}50}{2{,}5} \text{ или } n = 19\,000.$$

При большой плотности населения становится невозможным обслужить его трамваем.

Сопоставляя второй и третий член формулы, имеем за сокращением:

$$w' \cdot H \cdot v_e = \frac{120 \cdot h}{i}.$$

Отношение $H : h$ всегда меньше единицы, так как инвентарный вагон работает не все время движения и, кроме того, известный процент дней в году стоит в ремонте и запасе. Принимая $H = \frac{2}{3} h$, получим $w' \cdot v_e \cdot i = 180$.

Если принять как минимум $i = 2{,}5$ мин. и $v_e = 12$, то как максимум $w' = 6$, т. е. на сети можно разместить не более 6 поездов на километр по оси улиц (в среднем, за день; в часы максимума можно и больше).

Мы можем искать также минимальное число поездок, при котором получается не слишком редкое движение по городу.

Принимаем для небольшого города:

$i_m = 10$ мин.; $m = 1{,}3$; $l = 1$ *км* на *кв км*, $\lambda = 1{,}2$; $h = 6\,000$; $r_0 = 30$; $K_r = 0{,}40$; $n = 6\,000$; $L_m = 2{,}5$.

Тогда

$$p = \frac{120 \cdot 1{,}3 \cdot 1 \cdot 1{,}2 \cdot 2 \cdot 6\,000 \cdot 30 \cdot 0{,}40}{10 \cdot 6\,000 \cdot 2{,}5} = 90.$$

При меньшем числе поездок на жителя, получается уже слишком редкое движение.

Сопоставление первых двух членов формулы позволяет ответить на вопрос о необходимом числе инвентарных вагонов или, лучше,—мест на одного жителя, каковое число обозначим через ρ'.

$$\rho' = \frac{W \cdot \lambda \cdot r_0}{N} = \frac{w' \cdot l \cdot F \cdot \lambda \cdot r_0}{n \cdot F} = \frac{w' \cdot l \cdot \lambda \cdot r_0}{n} = \frac{p \cdot L_m}{K_r \cdot H \cdot v_e}$$

Если $p = 400$, $L_m = 4{,}5$; $K_r = 0{,}50$, $H = 4\,000$, $v_e = 13$,

то

$$\rho' = \frac{400 \cdot 4{,}5}{0{,}50 \cdot 4\,000 \cdot 13} = 0{,}07$$

инвентарное место на жителя.

В Ленинграде, например, в 1930 г. имеем всего $\rho' = 0{,}03$, что свидетельствует о крайнем переполнении вагонов.

Количество путей (по оси улиц) на жителя $\lambda' = \frac{L}{N} = \frac{l \cdot F}{n \cdot F} = \frac{l}{n}$ из формулы определяется в виде:

$$\lambda' = \frac{p \cdot L_m \cdot i}{120 \cdot \lambda \cdot h \cdot r_0 \cdot K_r}$$

Если $p = 300$, $L_m = 4$, $i = 3$ мин., $\lambda = 2$, $h = 6\,000$, $r_0 = 45$, $K_r = 0{,}40$, то

$$\lambda = \frac{300 \cdot 4 \cdot 3}{120 \cdot 2 \cdot 6\,000 \cdot 45 \cdot 0{,}40} = 0{,}00014$$

или 1,4 *км* на 10 000 жителей.

Подобных примеров использования данной формулы можно привести большое количество. Основное ее преимущество в том, что она соединяет воедино все важнейшие показатели движения и тем самым дает возможность делать выводы в отношении любого из них, если известны другие.

Глава 17

ПРОЕЗДНАЯ ПЛАТА

§ 82. Платность в социалистических условиях

До сих пор мы рассматривали только самое движение трамвая. Вопросы оплаты представляют не менее сложный комплекс технических и социальных моментов. Размер оплаты, формы ее, дифференциация, техника сбора платы,—все это чрезвычайно важно для пассажира и для предприятия. Трамвайная плата есть по существу один из методов экономического регулирования, поскольку собираемые трамваем суммы составляют существенный процент во всем доходе городского населения.

Вопрос о целесообразности самой оплаты как таковой нигде, пожалуй, не стоит так остро, как на трамвае. По пятачку, по гривеннику собирается плата с пассажира, на что уходит очень большая доля всех расходов трамвая,—большой процент того пятака, который обременяет бюджет пассажира.

Сбор платы, прежде всего, требует на вагоне кондуктора. В апреле 1930 г. количество кондукторов на ленинградском трамвае составляет 43% всего штата по эксплоатации. В дальнейшем, вследствие введения семичасового рабочего дня, количество кондукторов увеличилось на 14%, тогда как по всем другим службам ряд мер по рационализации значительно снижает штат, так что в 1932 г. процент кондукторов в штате дошел почти до 50. К этому нужно прибавить еще счетчиков денег и выручки, контролеров сборов, работников личного состава по обслуживанию кондукторов, так что всего на сборе платы занято около 52%—больше половины всего персонала. Примерно такой же процент или несколько меньший наблюдается на многих заграничных трамваях, особенно на немецких.

Таким образом, на сбор платы уходит около 50% всех расходов по заработной плате, а учитывая, что зарплата составляет 65—70% в расходах трамвая, получаем, что на сбор платы уходит 32—35% всех расходов (текущих), а с учетом амортизации до 30% всей себестоимости.

В расчете на пассажира мы получаем следующие цифры. При семичасовом рабочем дне и одном месяце отпуска в году, кондуктор должен отработать 1850 часов в год. На прием вагона, сдачу выручки, проезд в парк и ожидание вагона в среднем уходит в день около 25—30 мин., т. е. 6—7% рабочего времени. Кроме того, около 1% оплачиваемых работников надо считать занятыми на общественной работе, так что на оплаченного кондуктора получается в год только 1700 часов работы в вагоне. При эксплоатационной скорости в 14 *км* в час это дает около 22500 вагоно-километров на кондуктора в год. Если принять среднее годовое наполнение вагона в 20 человек, то каждый кондуктор в год сделает 450000 пассажиро-километров, или на миллион пассажиро-километров в год потребуется штат в 2,22 кондуктора (оплаченных). Если прибавить 7% на счетных и контрольных работников, то получим штат в 2,37 человек. Принимая оплату в месяц (с прибавками на перерыв, ночную работу и др.) около 125 руб. и соц. расходы (с прозодеждой) в размере 30%, получаем годичный расход на одного штатного оплаченного работника $125 \cdot 12 \cdot 1{,}30 = 1\,950$ руб. или на 1 миллион пассажиро-километров около 4600 руб., т. е. 0,46 коп. на пассажиро-километр. При длине поездки 4 *км* это дает 1,84 коп. на пассажира. В масштабе СССР в 1932 г., принимая около 6 миллиардов пассажиров, это составляет годовой расход в 110 миллионов руб. Всего на сборе платы в 1932 г. занято, при 24 миллиардах пассажиро-километров, около 55 тысяч оплаченных работников, а с добавкой 6% на больных, отпуска без содержания и пр. всего около 60 тысяч человек. Столь внушительные цифры расходов на сбор платы, которые пожалуй ни в какой отрасли промышленности не составляют столь высокого процента, уже давно требует каких-либо рационализаторских мероприятий. Увеличение емкости вагонов, использование вожатого для сбора платы—таковы в основе методы, применяемые в Америке для уменьшения расходов на сбор платы. Крайне важно также, при наличии оплаты поезда, бороться с безбилетными пассажирами. Сложнейшие и разнообразные конструкции вагонов разработаны американцами для получения максимального дохода при минимальных расходах на сбор платы. Ниже на этом вопросе мы остановимся подробнее. Достигнуто в этом направлении сравнительно немного и довольно дорогой ценой. Конструкция вагона, удобства его для пассажира при этом значительно страдают.

Капиталистическому миру чужда радикальная постановка вопроса. Если кое-где в очень малых городах применяется система добровольной оплаты проезда бросанием монеты в кружку, то это составляет в капиталистическом обществе редкое исключение.

Стремясь к обществу, в котором платных услуг совершенно не будет, и строя социализм в стране Советов, мы не можем не подумать и о бесплатном

трамвае. Общество социализма на первой его ступени будет еще далеко от бесплатных продуктов и услуг, „качество“ рядового строителя социализма еще далеко от наших конечных идеалов. Но социализм побеждает капиталистический строй в основном, благодаря превосходству социалистического строя в его экономических результатах. Мероприятия, ведущие от социалистического общества к коммунизму, будут столь убедительны сами по себе огромным упрощением и удешевлением производства и распределения, что проведение их будет обеспечено в кратчайший срок.

К таким мероприятиям по существу и относится бесплатный трамвай. Экономия в 60 тысяч работников или 110 миллионов руб. в год (а к концу 2-ой пятилетки эти цифры должны бы примерно утроиться) есть самая крупная рационализаторская мера в трамвайном деле. Она даст больший эффект, чем сумма всех известных нам мер рационализации, вместе взятых.

Система месячных и сезонных карточек, принятая на многих трамваях, является переходом к бесплатной перевозке. На ленинградском трамвае, напр., в 1930 г. по карточкам перевозилось около 22% всех пассажиров; в Берлине в 1928—25%. Распространению карточек в большем масштабе препятствует их сравнительная дороговизна: они рассчитаны не на основную массу пассажиров, а на тех, кому приходится много и часто ездить. Удешевить карточки в настоящее время означало бы для трамваев потерю значительной части их доходов. В 1930 г. в Ленинграде, например, карточка стоила 8 руб. (для рабочих и служащих). Если бы снизить плату до 6 руб., то количество приобретаемых карточек увеличилось бы в 2—3 раза (см. ниже), но тогда все берущие сейчас карточку за 8 руб., получили бы ее на 2 руб. дешевле. Предположим, однако, что при установившемся населении трамваю удалось бы сорганизовать дело так, чтобы лица, в настоящий момент берущие карточку в 8 руб., т. е. едущие часто, продолжали бы получать карточки по 8 руб. а только остальные желающие получали их за 6 руб. Тогда трамвай ничего не потерял бы и сильно облегчил бы работу кондукторов. Предположим далее, что таким же методом удалось бы далее сорганизовать группу карточек в 4 руб.,—количество этих пассажиров представляло бы уже свыше половины общего итога. Продолжая так дальше, мы скоро дойдем до такого положения, когда кондуктор продавал бы уже билеты только случайным пассажирам, едущим редко и, кроме того следил бы за предъявлением пассажирами карточек. Разгрузка кондуктора была бы огромная и скоро встал бы вопрос о ненужности его вообще, так как контроль за карточками мог бы быть сорганизован при учете населения, трудящегося и нетрудящегося, а доход от случайных пассажиров, приезжих и пр. не покрыли бы и доли расхода на содержание кондуктора. При таких условиях кондуктор был бы неизбежно снят; это была бы мера хотя еще и далекая от коммунистической установки, но дающая сразу чрезвычайный экономический эффект.

Распределение оплаты за трамвай между отдельными категориями населения основано в настоящее время на принципе оплаты по количеству поездок. Однако, принцип этот вовсе не обязателен. Когда в 1929 г. в Москве и Ленинграде был проведен единый тариф, то от прежнего принципа—оплаты, по расстоянию—перешли к тарифу, независящему от расстояния. При этом, очевидно, что пассажиры короткоследующие вынуждены платить очень дорого по сравнению с себестоимостью, пассажиры дальние – дешевле себестоимости. Однако это не вызвало нареканий. Наоборот, с точки зрения рядового пассажира вполне справедливо делать скидку тому, кто и без того вынужден ездить далеко. В этом рассуждении, столь понятном и одобренном массой населения, коренится сознание того, что трамвай есть предмет самой первой необходимости и нет надобности брать за него плату по себестоимости. С таким же успехом мы можем отказаться и от количества поездок как мерила оплаты. Учитывая, что все население заинтересовано в трамвае, мы можем распределить расходы трамвая и соответствующую прибыль по какому-либо другому признаку—по социальному положению, по заработку и т. д. Вопрос о сборе доходов, необходимых для содержания трамвая, превращается в один из налоговых вопросов и регулируется уже рядом соображений

общефинансового характера. По мере укоренения основ социалистической организации, сложные налоговые системы будут упрощаться, и весьма возможно, что трамвайный налог будет включен составной частью в общую систему и в качестве такового перестанет существовать.

Основной трудностью в проведении бесплатности трамвая в настоящее время является вытекающий из нее рост спроса на трамвай при крайнем недостатке вагонов. Мы ниже подробнее остановимся на вопросе о зависимости числа поездок от тарифа. При условиях настоящего времени в СССР можно считать, что полная отмена платы за проезд повысит число поездок примерно на 50%—для больших городов меньше, для малых—больше. В условиях будущего времени, скажем — конца 2-ой пятилетки, эта разница будет меньше, в виду возрастания материального уровня населения. Рост пойдет, в первую очередь, в направлении короткоследующих поездок, ибо основным тормозом для дальней поездки является затраченное на нее время. При бесплатности средняя дальность поездки уменьшится, число пассажиро-километров возрастет не на 50%, а значительно меньше, примем на 20%. На эту величину и возрастет нагрузка вагонов.

По существу мы вовсе не заинтересованы в том, чтобы уменьшить пользование таким культурным и общественным фактором, как трамвайная поездка. В потреблении воды, например, существующая система оплаты нисколько не располагает к экономии, и мы считаем это вполне нормальным. Мы, наоборот, весьма заинтересованы в возможно большем стимулировании пользования трамваем, дающим огромный народно-хозяйственный эффект. С точки зрения экономического расчета, если даже считать прибавку пассажиро-километров на 20% в народно-хозяйственном отношении бесполезной, то выгода от отмены аппарата по сбору платы, как мы видели, с лихвой покроет перерасходы по увеличению числа вагонов для перевозки лишних пассажиров. В настоящий момент, при недостатке вагонов, необходимы, однако, меры для ограничения потребления. Было бы весьма нежелательно, чтобы в трамвай попадал лишь сильнейший, могущий протолкнуться скорее в вагон, или тот, кто дольше выдержал в очереди.

Следующий вопрос, требующий тщательной проработки,—безопасность, пассажиров при входе и выходе. В настоящее время кондуктор, худо или хорошо, за этим следит. При бесплатности необходимо будет принятие других мер. Американские вагоны дают в этом отношении пример автоматического закрывания дверей, управление которым возлагается на вожатого. Применение зеркал облегчает вожатому наблюдение. Огромную пользу может принести установление агентов на крупных посадочных пунктах. Эта мера весьма полезна и в отношении увеличения скорости и пропускной способности. Средства для этого могут быть взяты из той экономии, которую даст отмена кондукторов.

Отмена платы за трамвай, хотя бы и проведенная постепенно, является вопросом не только экономическим, но и в значительной мере политическим. Нельзя проводить эту меру изолированно, в противоречии с общей экономической структурой, с укладом жизни и социальными взаимоотношениями. Поэтому бесплатность трамвая потребует серьезного взвешивания и со стороны политического эффекта.

Ближайшие успехи наши на фронте строительства социализма должны поставить этот вопрос во всей реальности, что позволит нам на одном из участков нашего строительства, именно благодаря нашему социалистическому строю, осуществить лозунг „перегнать в кратчайший исторический срок". Уже сейчас в ряде случаев можно поставить на очередь вопрос о бесплатности трамвая. Таковы сообщения города с заводом в соцгородах. На этих линиях круг пассажиров постоянный и определенный, едут все рабочие и только небольшой процент случайных пассажиров. Здесь вполне можно собрать плату в виде вычета из жалованья, налога и т. д., снять кондукторов и этим добиться значительной экономии без повышения нагрузки вагонов.

Таковы перспективы будущего. В настоящее время мы еще должны внимательно изучать вопросы оплаты трамвайных поездок, так как от нее в значительной мере зависит деятельность трамвая; в особенности же велико влияние оплаты на число пассажиров.

§ 83. Влияние тарифа на число поездок

Каждое изменение тарифа влияет на число пассажиров. Насколько, в каком проценте—на этот вопрос точного ответа дать нельзя. Чтобы ответить на этот вопрос надежно, на основании опытного материала, мы должны были бы в ряде городов произвести ряд изменений тарифа в известных пределах; при каждом установленном тарифе мы должны были бы выдержать примерно год, чтобы исключить влияние сезонности; в течение всего времени опыта число жителей города, их занятия, культурность, площадь города—все факторы, влияющие на число поездок,—должны были бы остаться неизменными. Требовалось бы постоянство общего уровня цен, а также заработной платы и доходов населения. Такой систематический эксперимент в ряде городов разной величины с разным населением мог бы дать правильный ответ на основной вопрос о влиянии платы на число поездок. Практически соблюдение всех этих условий, однако, немыслимо. В послевоенное и военное время мы имели почти везде ряд изменений тарифа. Уровень тарифов значительно повысился, но повысился и общий уровень цен, по крайней мере, в 1,5 раза. Выросли города, ускорился общий темп жизни, увеличилась (в абсолютном выражении, без пересчета по индексу) заработная плата. Влияние всех этих факторов таково, что, несмотря на увеличение трамвайных тарифов в 1,5—2 раза (в странах с твердой валютой), число пассажиров против довоенного значительно увеличилось. Таким образом, путем сравнения 1913 и 1930 гг. вывести влияние тарифа на рост пользования трамваем ни в коем случае нельзя. Если для каждого случая повышения тарифа брать самый момент изменения, скажем,—месяц до изменения и месяц после него, то мы должны учитывать еще влияние сезонного фактора. Если же сравнить месяцы повышения тарифа с теми же месяцами предыдущего года, то мы имеем за год уже значительное изменение общих условий в городе, так как обычно изменения тарифа происходят в периоды резких колебаний хозяйственной жизни вообще. Кроме того, если сравнить с положением до изменения тарифа месяц, следующий непосредственно после изменения тарифа, то приходится учесть еще довольно неопределенное, но несомненное влияние психологического фактора: пассажира сперва повышенная цена несколько пугает, даже возмущает, а потом, благодаря привычке, постепенно устанавливается состояние нового равновесия.

При свете всех этих соображений точных данных о влиянии тарифа мы получить не сможем. Некоторые указания может дать следующий цифровой материал.

1) г. Балтимора. Повышение тарифа в апреле 1928 г. Средний тариф в мае 1927 г.—7,28 центов, в мае 1928 г.—8,05, т. е. повышение на 10,5%. Соответственное понижение числа пассажиров с 19 001 000 до 17 552 000 в месяц, т. е. на 6,4%.

2) Public Serwice Railway (Америка, штат Нью-Йорк). Понижение тарифа в 1923 г. с 7,83 цент. до 5,31 цент., т. е. на 32%, дало повышение числа пассажиров в месяц с 27 187 000 до 33 508 000, т. е. на 23,5%.

3) Сиетл (Америка). За время с марта 1920 г. по июль 1923 г. имелись следующие тарифы и числа пассажиров:

март 1920 г.—июнь 1920 г.—ср. тариф—3,44 цент., пасс. в м-ц	11 750 000
август 1920 г.—декабрь 1920— „ „ —5,10 „ „ „ „	9 600 000
февраль 1921 г.—январь 1923 г. ср. тариф 6,44 „ „ „ „	8 000 000
март 1923 г.—май 1923 г. ср. тариф—4,20 цент., пасс. в м-ц	8 800 000
июль 1923 „ ср. тариф 6,50 цент., пасс. в м-ц	8 000 000

Цифры за весь период показывают, что было бы неправильно из первых трех строчек делать вывод об очень сильном влиянии тарифа на число поездок, так как дальнейшее уменьшение тарифа в виде опыта до 4,20 дало только очень малую прибавку поездок. Очевидно, понижение числа пассажиров было также результатом общих причин.

4) Бостон—1917 г. ср. тариф ок. 4,7 цент. пасс.	381 000 000
„ —1919 „ „ „ „ 8,0 „ „	324 000 000

т. е. повышение тарифа на 70%, понижение числа пассажиров на 15%.

5) Ряд французских трамваев в течение периода инфляции (1922—26 г.) сильно повысил тарифы, причем каждое повышение тарифа на известный процент y, дало повышение числа пассажиров на меньший процент x. Отношение $x:y$ получилось на разных трамваях различным, примерно равным около 0,4.

6) На ленинградском трамвае в течение 1922 и 1923 гг. в виду инфляции, очень часто менялся тариф в бумажной валюте. Поскольку эти изменения не могли точно поспевать за быстрым ростом товарных цен, получались разные тарифы и в товарных рублях. Переведя недельные средние цифры дохода с одного пассажира в товарные копейки, можно было по отдельным периодам (сезонам) получить ряд точек, из которых каждая соответствует определенному тарифу s и числу пассажиров в день P (рис. 177). Кривая, проведенная через эти точки в пределах от 2 до 4 товарных копеек, довольно хорошо могла быть изображена формулой

$$P=\frac{A}{\sqrt{s}}$$

Постоянная A зависела от сезона.

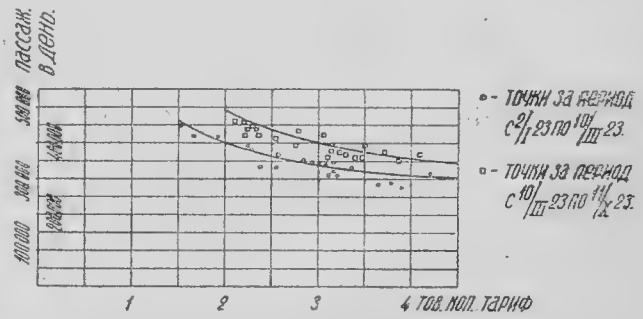


Рис. 177. Зависимость числа пассажиров от тарифа по данным Ленинграда 1931 г. (тариф выражен в товарных копейках).

Характер кривой $P=f(s)$ будет зависеть от населения территории города, от зарплаты, культурного уровня и т. д. Для пассажиров, едущих на большое расстояние, известное повышение тарифа вызовет гораздо меньшее снижение поездок, чем для малого города с короткими поездками. При высоком уровне благосостояния населения повышение тарифа на известный процент дает меньшее понижение числа поездок, чем при низком уровне. Если принять для Ленинграда 1930 г. в известных пределах (6—12 к.) вышепринятую зависимость $P=\frac{A}{\sqrt{s}}$ и исходить из существующей точки ($s=8{,}4$ к., $P=680\,000\,000$, $p=340$), то получим: при $s=$ 6—7 —8,4— 10— 12.

$$p=402—372—340—311—285.$$

Однако, в обе стороны формулу $P=\frac{A}{\sqrt{s}}$ продолжать нельзя. Для суждения о том, какое получилось бы число пассажиров при бесплатности ($s=0$) у нас данных очень мало. Некоторые указания мы можем получить из следующих обстоятельств. Бесплатным проездом в Ленинграде пользуются члены Ленинградского Совета, а также рабочие и служащие самого трамвая. По статистическим обследованиям ленинградского трамвая первые дают 5,8—6,8 поездок в день, вторые 3,4—4,1. Члены Совета не могут служить мерилом для среднего рабочего и служащего, так как это люди преимущественно особо активные в общественном отношении. Рабочие трамвая по роду своей деятельности должны несколько больше разъезжать, чем средний трудящийся Ленинграда. Мы, пожалуй, не преувеличим, если скажем, что в среднем трудящиеся Ленинграда и все самодеятельное население в 1930 г. при бесплатности делали бы 2,5—3 поездки в день. В переводе на все население это даст примерно $P_0=500$ поездок в год. Наносим эту точку на график совместно с точками для $s=6$—12 (рис. 178). По мере увеличения тарифа число поездок убывает в трех направлениях:

1) или поездка совсем не состоится,

2) или поездка заменяется пешим хождением,

3) или поездка на трамвае заменяется другим видом транспорта (извозчиком, такси, частным автомобилем).

Первый случай относится преимущественно к дальним поездкам, второй и третий — к коротким. Какие цифры нас ожидают в области, очень высокого тарифа, мы можем опять-таки сказать только гадательно. Весьма правдоподобно, что кривая $p = f(s)$ будет приближаться к нулю при больших s не быстро, а постепенно, асимптотически. Такой характер кривой и принят на рис. 178. Кривая $p = f(s)$ от $s = 0$ до $s = \infty$ идет вниз, сперва резко, затем все медленнее. В отношении конкретной кривой, изображенной на рис. 178, еще раз подчеркнем, что достоверной точкой является только $p = 3{,}40$, $s = 8{,}4$. Ориентировочно правдоподобна точка $s = 0$; вероятна форма кривой, выпуклая вниз; совсем гадательны конкретные точки в области высоких тарифов.

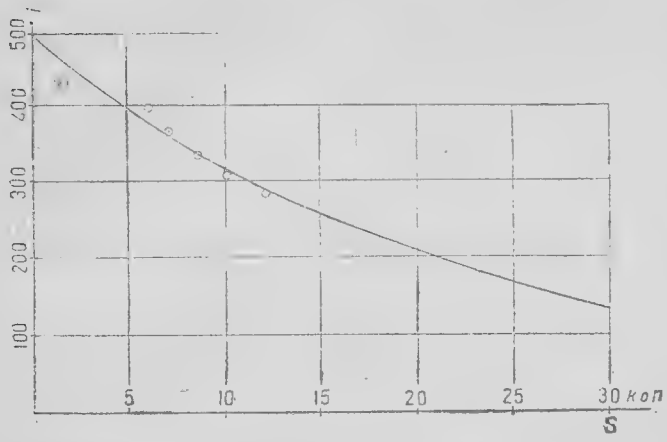


Рис. 178. Предположительная кривая зависимости числа поездок на жителя p от тарифа s для Ленинграда 1930 г.

Такой же характер кривой следует ожидать для любого города, но кривая может лежать выше или ниже. В частности для Ленинграда в 1932 г. кривая $P = f(s)$ должна быть проведена существенно выше.

Попробуем разобраться в вопросе, исходя не из статистических материалов или гадательных экстраполяций, а из оценки по существу того влияния, которое тариф должен оказать на число поездок, рассуждая не индуктивно, а дедуктивно, не синтетически, а аналитически. При этом реальные выводы могут быть только качественные, но не количественные; можно оценить характер зависимости, но приведенные в будущем цифры ни в коем случае нельзя принять, как абсолютные.

Берем какую-либо конкретную поездку пассажира X, едущего на определенное расстояние по определенному своему делу. При бесплатности потребность в данной поездке удовлетворяется до известного тарифа пассажир все еще едет; при определенном критическом тарифе пассажир перестает пользоваться трамваем, выбирая одну из трех других возможностей. Величина критического тарифа будет зависеть от ряда условий, из которых важнейшие:

1) Длина поездки (чем дальше поездка, тем скорее пассажир вынужден заплатить высокую сумму).

2) Материальное положение пассажира (чем выше его зарплата или доход, тем большую нагрузку может выдержать его бюджет и тем выше он ценит время, сэкономленное трамваем).

Помимо того, будет играть роль еще ряд специфических условий.

3) Прочие накладные расходы во времени на пользование трамваем (близость трамвайной остановки, частота и регулярность движения). Чем удобнее пользование трамваем, тем больше критический тариф.

4 Характер и срочность поездки: поездки на службу не так часто будут заменяться пешим хождением, как поездки личного характера, производимые в то время, когда человек свободнее; поездка в ночное время, в плохую погоду будет скорее производиться, чем в ясный день.

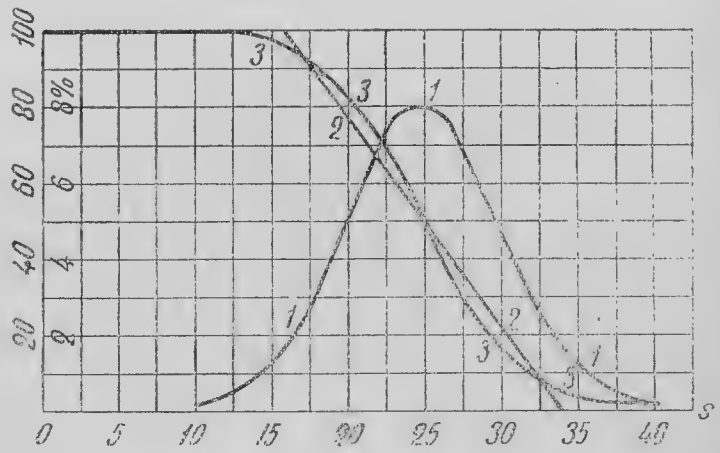


Рис. 179. Зависимость числа поездок от тарифа для определенной группы пассажиров (по заработку) и определенности дальности поездки.

1. Кривая Гаусса, *2.* Интеграл кривой Гаусса, *3.* Упрощенная кривая.

5) Ряд случайностей: одна и та же поездка на службу сегодня производится пешком, завтра на трамвае.

Нам особенно важно выявить влияние первых двух факторов, ибо, помимо их решающего характера, это важно и для суждения о целесообразности тарифных систем.

Рассмотрим теперь не отдельную поездку, а все возникающие потребности в поездках одинаковой длины у пассажиров с одинаковым материальным благосостоянием. Возьмем для примера в Ленинграде все поездки, имеющие по заданию среднюю длину 4,6 *км* и у пассажиров, имеющих средний заработок 60 коп. в час. Мы выше, оценивая час пребывания такого пассажира в трамвае и ожидания в 25 коп., а час хождения пешком в 40 коп., исчислили, что, в среднем, такой пассажир выгадает от трамвайной поездки 25,3 коп. Это значит, что, в среднем, для такого пассажира как-раз 25,3 или, скажем, кругло 25 коп. является критическим тарифом. Если бы не было влияния дополнительных условий (п.п. 3, 4, 5), то график, изображающий число поездок, в зависимости от тарифа для данной группы пассажиров, был бы очень простой до 25 коп. мы имели бы все 100% пассажиров, свыше 25 коп. ни одного. На самом деле все добавочные условия вызовут известное рассеяние: в ряде благоприятных случаев пассажир готов будет заплатить за поездку той же длины при одинаковой платежеспособности 30, 40 коп. и больше, в других же случаях для него тариф в 10—15 коп. может быть запретительным. Поскольку законы этого рассеяния нам неизвестны, мы можем принять, как и во всех случаях, где нет специфических законов, что действует распределение по кривой Гаусса. Величина рассеяния определяется средним отклонением тарифа. Такая кривая (1) показана на рис. 179, где при каждом тарифе показано то количество случаев из 100, когда он делается критическим. Если взять интеграл этой кривой, то получим кривую 3 на рис. 179, которая показывает зависимость числа поездок от тарифа для данной группы пассажиров. Характер этой кривой также универсален. Она может итти более или менее круто, в зависимости от рассеяния Гауссовой кривой, т. е. в зависимости от того, какое влияние оказывают добавочные обстоятельства (3, 4, 5) по сравнению с основными (1, 2). Эту кривую мы заменяем прямой линией „2", в виду того, что данные рассуждения ни в какой мере на точность не претендуют. Эта прямая идет от тарифа 17 до тарифа 33 коп. При тарифе 17 имеются еще все 100% пассажиров (теоретически только 97%) при тарифе 25 коп.—50%, при 33 коп.— ни одного (теоретически еще 3%).

Таким образом, для целой группы пассажиров действие критического тарифа существует, но в сглаженном виде. Перейдем теперь от этой элементарной группы к более сложной, к сумме всех поездок, независимо от длины, для определенной группы пассажиров одинаковой платежеспособности. В качестве примера возьмем опять всех пассажиров, имеющих заработок, равный среднему, но рассмотрим поездки разной длины всей данной группы пассажиров. Чем больше длина, тем больше критический тариф, — однако, здесь прямой пропорциональности нет. Если исходить из расчетов, приведенных в предыдущей главе и оценить время пешего хождения в 40 коп. и время пребывания в 25 коп., то экономия на трамвайной поездке, как функция от L_w выразится величиной

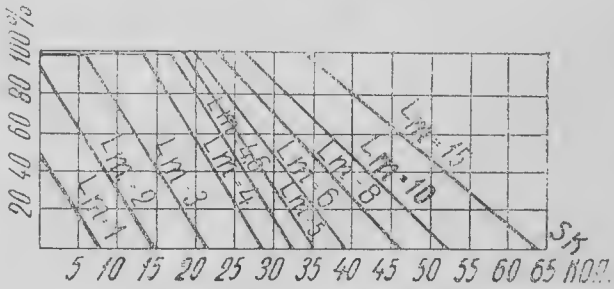


Рис. 180. Зависимость числа поездок от тарифа для определенной группы пассажиров (по заработку) при разной длине поездки.

$$\frac{40}{60}\cdot\left(\frac{L_m\cdot S}{w}+t_6\right)-\frac{25}{60}\left(\frac{L_m}{V_r}+t_1+t_4\right)-\frac{40}{60}\,(t_1+t_2).$$

Для ленинградских цифр имеем экономию равной

$$\frac{40}{60}\cdot\left(\frac{0{,}97\cdot 60}{4{,}5}\cdot L_m+5{,}9\right)-\frac{25}{60}\cdot\left(\frac{L_m\cdot 60}{15}+5{,}8\right)-\frac{40}{60}\cdot 11{,}1=$$
$$=L_m\,(8{,}62-1{,}67)-(3{,}5-2{,}4)=6{,}95\,L_m-5{,}9.$$

Эта формула дала бы для разных L_m критический тариф

$L_m = 1 - 2 - 3 - 4{,}6 - 6 - 8 - 10 - 15$ *км*
$S_k = 1{,}05 - 8{,}0 - 15{,}0 - 25{,}3 - 35{,}9 - 49{,}8 - 63{,}7 - 98{,}46$ коп.

Однако, для поездок большой длины критический тариф будет значительно ниже, чем по этой таблице. При большой дальности пассажир не заменит поездку пешим хождением, а просто не поедет. Ограничительным моментом будет в данном случае не невыгодность трамвайной поездки по сравнению с пешим хождением, а платежеспособность пассажира, запрещающая ему делать дорогие поездки. Принимаем совершенно гадательно, вместо вышеприведенной таблицы, с уменьшенными S_k для больших L_m:

$L_m = 1 - 2 - 3 - 4 - 4{,}6 - 5 - 6 - 8 - 10 - 15$
$S_k = 1 - 8 - 13 - 22 - 25 - 27 - 30 - 35 - 40 - 50.$

С учетом рассеяния, которое, вероятно, будет выше при больших L_m, чем при малых, получаем серию кривых количества пассажиров $= f(s)$ для разных L_m, которое заменяем нисходящими прямыми, сперва более крутыми, затем более пологими (рис. 180). Теперь мы должны вернуться к расчетам, приведенным в главе 1 и выяснить, какое количество поездок будет по 1, 2, 3 и т. д. километр. Мы нашли для этой цели теоретическую и практическую кривую Ленинграда. Исходим из последней, хотя она не совсем соответствует нашей задаче, так как нам нужно распределение

возникающей потребности в поездках при бесплатном проезде, а данная кривая дает такое при тарифе (среднем) около 8 коп. Но поскольку все наши рассуждения имеют характер качественный, положим эту кривую в основу (рис. 12).

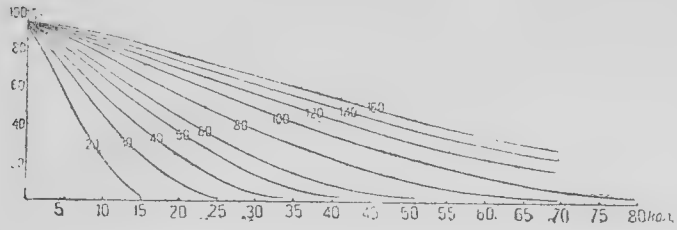


Рис. 181. Зависимость числа поездок от тарифа для разных групп по заработку, в сумме по всем длинам поездок.

Из сопоставления этой кривой и рис. 180 мы можем сказать, что уже при тарифе 0 часть поездок коротких заменена пешим хождением ($^1/_2$ от поездок в 1 *км* и 6% от поездок в 2 *км*, а всего около 7% общего числа пассажиров; при тарифе 5 коп. будут потеряны 82% пассажиров в 1 *км* и 40% — двухкилометровых; при 10 коп. все километровые, 70% — двухкилометровых и 26% — трехкилометровых, всего 30% от итога и т. д. Производя последовательно эти расчеты, получаем итоговую кривую (рис. 181), показывающую число поездок как функцию от тарифа для всей массы пассажиров, имеющих данную доходность (60 коп. в час).

Мы должны теперь сделать третий шаг — сложить данные для разных заработков. Для этого, прежде всего, мы должны установить влияние доходности на критический тариф. По характеру трамвайного расхода, который является одним из предметов первой необходимости, но все же не столь абсолютно необходимым как питание, мы можем сделать предположение, что критический тариф пропорционален доходности. Это вытекает также из того, что если пассажир, зарабатывающий 60 коп. в час, оценивает свое время ожидания в 25 коп., а хождение в 40 к. час, то пассажир, зарабатывающий в 2 раза больше, будет и свое время оценивать выше в 2 раза, и, следовательно, критический тариф, при котором становится выгоднее ходить пешком, также вдвое выше. Следовательно, если взять всю группу пассажиров, зарабатывающих 1 р. 20 к. в час, то кривая $P_{120} = f(s)$ может быть получена из кривой $P_{60} = f(s)$ путем увеличения всех абсцисс вдвое. Строим таким методом серию кривых P_{20}, $P_{30} \ldots P_{60} \ldots P_{120} \ldots P_{150} = f(s)$ (рис. 181). Для того, чтобы по этим кривым подвести итог общего числа поездок, как функция от тарифа — $P = f(s)$ — мы должны знать распределение населения по доходности. В наших советских условиях кривая распределения будет иметь вид, изображенный на фиг. 182. Число зарабатывающих 20 или 30 коп. в час меньше, чем зарабатывающих 50, а в дальнейшем чем больше доходность, тем меньше число населения, имеющее эту доходность. На основании этой кривой и серии кривых рис. 180, мы можем рассуждать следующим образом. При тарифе 5 коп. пассажиры, зарабатывающие по 20 коп. в час, потеряют 44% всех поездок, зарабатывающие 30 коп. — 30%, 40 коп. — 25% и т. д.; зарабатывающие 1 р. 60 к. в час — только 10%. В итоге теряется 22% всех пассажиров. По такому же расчету при тарифе 10 коп. теряется 36% всех пассажиров и т. д. Получается в итоге кривая, изображенная на рис. 183. При тарифе 0 имеется только 93%, так как часть поездок заменяется пешим хождением из-за неудобства трамвая. Форма полученной кривой весьма похожа на кривую рис. 178. Она также опускается сперва резко, а затем все медленнее. Обе кривые отличаются только масштабом. Если принять в кривой рис. 183 при тарифе 8,4 коп. 340 поездок, что свидетельствует на кривой 68%, то это значит, что каждый процент равен 5 поездкам; следовательно, при бесплатности получим 465 поездок в год, при пятикопеечном тарифе 390 поездок, при 15 коп. 250, при 50 к. 50 поездок. Эта кривая, нанесенная на рис. 178, показывает довольно хорошее совпадение обеих кривых, что вполне подтверждает изложенный метод анализа и доказывает лишний раз, что движущими силами для пассажира являются именно те экономии времени и хождения пешком, которые мы и положили во главу угла всего нашего рассуждения.

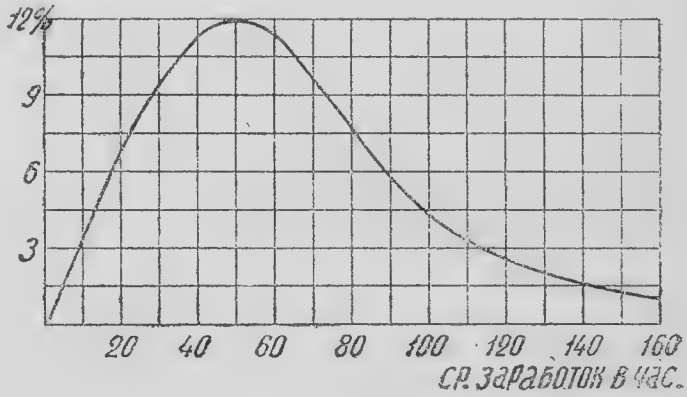


Рис. 182. Ориентировочный график распределения пассажиров по заработку.

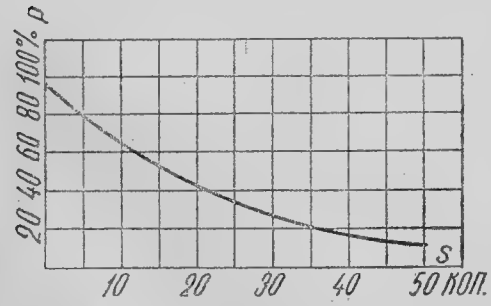


Рис. 183. Итоговая теоретическая кривая зависимости числа поездок от тарифа.

Мы могли бы приведенные рассуждения вести и в другом порядке. Исходя из графика, в котором показано сглаженное влияние критического тарифа для определенной доходности при опреде-

ленной длине, мы могли бы сперва подытожить общее количество поездок как функцию от тарифа — для всех пассажиров, независимо от доходности, но при определенной длине поездки. Для этой цели мы на фиг. 184 изображаем графики сглаженного критического тарифа при длине поездки (в качестве примера) 4,6 *км*, но разной доходности (20, 30, 60, 160 коп. в час). Как мы уже выше приняли, мы делаем такую упрощенную гипотезу, что критический тариф пропорционален заработку, т. е при 60 коп. в час он равен 25 коп., при 20 коп. — 8,33, при 1 р. 20 к. — 50 к. и т. д. Рассеяние мы по существу дела должны также принять пропорциональным зарплате. Таким образом получен ряд прямых на рис. 184.

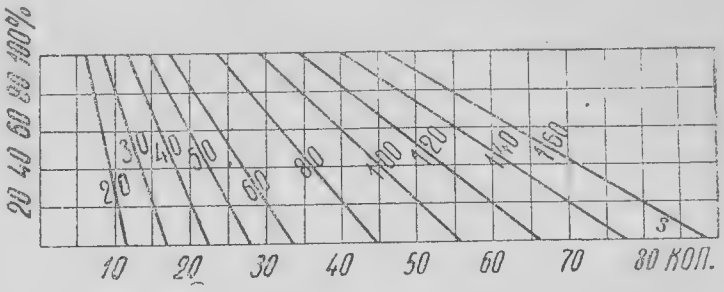


Рис. 184. Зависимость числа поездок от тарифа для поездок определенной длины при разной величине заработка.

С другой стороны, учитываем кривую распределения населения по доходности (рис. 181), из которой мы можем вывести, сколько, например, при тарифе 20 коп. теряется в общем итоге за счет пассажиров, зарабатывающих по 20 к., по 30 к., по 40 к. в час и т. д. В итоге имеем кривую рис. 185, где показано количество поездок определенной длины как функция от тарифа. Для каждой длины поездки мы можем составить такую кривую; получится ряд кривых, изображенный на рис. 185. Учитывая теперь количество поездок по каждой дальности (1, 2, 3... *км*) мы можем в итоге получить ту же кривую, которая показана на рис. 183. Совпадение получается полное, так как в первом ходе рассуждений мы интегрировали сперва по дальности, затем по доходности; во втором способе интеграл взят в обратном порядке. Ясно, что итог от порядка интегрирования меняться не должен.

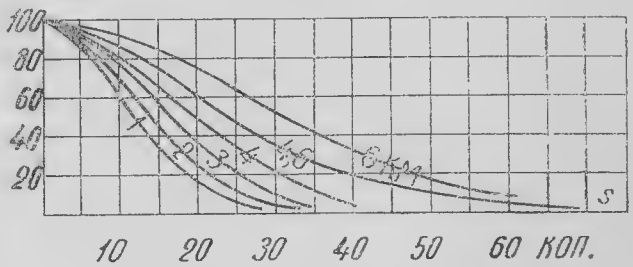


Рис. 185. Зависимость числа поездок от тарифа для поездок разных длин, в сумме для всех групп по заработку.

§ 84. Влияние тарифа на доход и прибыль

Зная теперь кривую зависимости поездок от тарифа, мы можем выяснить изменение доходности при изменении тарифа.

Валовой доход трамвая (если отвлечься от мелких побочных доходов) равен

$$S = P.s.$$

Из кривой $P = f(s)$ получаем, следовательно (рис. 186), и кривую $S = f(s)$. Эта кривая не растет беспредельно вверх. Если вначале каждая копейка повышения тарифа дает довольно большую прибавку общего дохода, то в дальнейшем все более сказывается понижение числа поездок. В известной точке (на нашем графике при $s = 24$ коп.) величина S имеет максимум. При этом $\frac{dS}{ds} = O$ или $s \cdot \frac{dP}{ds} + P = O$ или $\frac{dP}{ds} = \frac{P}{s}$.

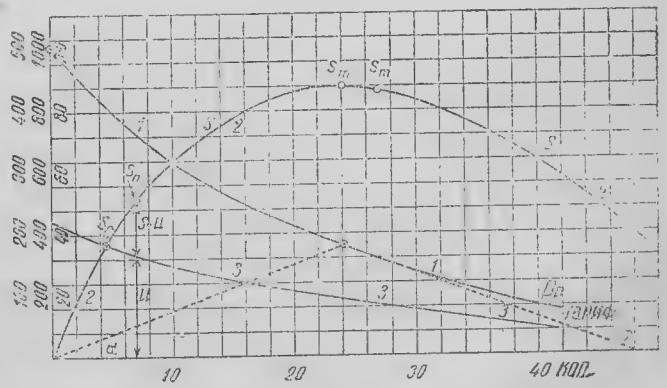


Рис. 186. Влияние тарифа на доход и прибыль.

1. Число поездок и пассажиров p, P, 2. доход S, 3. расход U, S_m левая точка—точка макс дохода, S'_m—правая точка—точка макс. прибыли, S_n — точка нормальн. прибыли, S_e — точка безубыточного тарифа.

Это будет в той точке, где на кривой $P = f(s)$ касательная образует с горизонтальною осью абсцисс такой же угол (но отрицательный), как и радиус вектор (рис. 186).

При еще большем тарифе s доход падает, и в области $s > 50$ к. доходит до очень малых величин.

Тариф S_m, коему соответствует максимальный валовой доход, мы обозначаем тарифом максимального дохода. Если бы при капиталистическом строе капиталистический владелец был совершенно свободен в назначении тарифов, не регулируемый никакими соглашениями с городом и не боясь никакой конкуренции, то он мог бы назначить именно этот тариф, который как-будто дает ему наиболее выгодный результат. На самом деле он будет учитывать еще то обстоятельство, что его расходы U также являются функцией от тарифа, поскольку они зависят от числа пассажиров P. Правда, расход на одного пассажира $U:P = u$ — не постоянная величина, а уменьшается при росте движения, так что с грубым приближением можем принять, что $U = U_0 + u_o P$, где U_0 и u_0 — постоянные. В применении к нашему вопросу это будет означать, что расходы U уменьшаются при увеличении тарифа примерно по такой же кривой, как число пассажиров P, но не пропорционально последним, а более полого (рис. 186). При этом в U вошли и текущие расходы и амортизация основного капитала. Разница $S - U$ представляет собой правильно исчисленную прибыль, и капиталист будет руководствоваться стремлением к максимуму этой прибыли. Как видно из рис. 186, тариф максимальной прибыли S'_m выше тарифа максимального дохода s_m, так как при нем $(S - U)$ должно иметь максимум, и, следовательно, $\frac{dS}{ds} = \frac{dU}{ds}$, т. е. отрицательная величина.

Если трамвай не в капиталистических руках, а управляется самим городом, то он может в качестве минимума установить тариф s_c при котором доход равен себестоимости; это есть тариф себестоимости. Поскольку, однако, в трамвайное хозяйство вложен известный капитал и поскольку капитал дорог и не имеется в произвольных количествах, постольку этот недостаток капитала, если нет особых причин, должен отражаться и в доходах и в тарифе: трамвай должен приносить прибыль, равную общеустановленной норме прибыли на капитал. Тариф, при котором прибыль $S - u$ и дает указанную норму, есть тариф нормальной прибыли s_n. Это вовсе не значит, что в нашем социалистическом хозяйстве именно такой тариф должен быть установлен. Но, например при установлении соглашения городов с частными фирмами, в Америке, Германии и других странах часто применяется такой принцип исчисления тарифа. Более высокий тариф означает уже сверхприбыля, В руках капиталиста она служит для усиления мощи капиталистического строя в советских условиях это есть, говоря по существу, один из видов косвенного налога.

За границей положение тарифов иное, чем у нас. Многие трамваи Германии, находящиеся в ведении коммунальных управлений (Лейпциг и др.), работают на базе безубыточного тарифа. Другие имеют возможность работать с нормальной прибылью, и только очень немногие (Берлин) получают высокую прибыль; однако значительно меньшую, чем большинство наших трамваев. В Америке небольшое количество муниципальных трамваев имеет безубыточный тариф. Большинство же частных трамваев при возобновлении договоров с городом после войны было поставлено в такие условия, что прибыль их ограничивалась нормой, и тариф периодически менялся с таким расчетом, чтобы обеспечить эту норму (Service at cost system). К финансовому положению советских и заграничных трамваев мы еще вернемся в следующей части.

§ 85. Тарифы разных городов и стран

Абсолютная величина тарифа в настоящее время в разных странах стоит на следующем уровне: в СССР Ленинград против довоенного пятака за участок имеет единый тариф в 10 коп., и фактическая средняя оплата составляет 8,4 коп. (1929 г.). В Москве тот же единый тариф и примерно та же средняя (9,0 коп.). Другие города СССР имеют приблизительно те же цифры. Баку в 1928/29 г. имеет участковый тариф по 8, 6, 5 и 4 коп. за участок а средний доход с одного пассажира — 6,84 коп. В Харькове участок — 10 коп., средний доход — 9,2 коп. (до 1930 г.).

В Германии нормальный городской тариф при едином тарифе 20 пф. (1 пф. = 0,46 коп.). Однако, Берлин и другие города в 1930 г. были вынуждены повысить его до 25 пф. Наоборот, города меньшего размера имеют тариф 15 пф. При участковом тарифе нормально минимум 15 пф., максимум 21—30 пф. (Гамбург, Дармштадт). Благодаря разным скидкам средний доход с пассажира в Берлине в 1927 г. 14,1 пф., в Лейпциге 11 пф., в Штутгарте 13,1 пф., в Кобленце 20,0 пф., средняя цифра по Германии за 1928 г. 15,0 пф.

В Англии тариф установлен в законодательном порядке: в довоенное время не более 1*d* (один пенс = 3,9 к.) за милю, после войны 1,5*d* за милю. Благодаря этому тариф участковый в крупных городах — от 1*d* до 10 — 12*d*. Средний доход с пассажира в Глазго — 1,2*d*, в Ливерпуле — 1,25*d*, в Эдинбурге — 1,36*d*, в Абердине 1,07*d*, в Вест-Гэм — 1,12*d*, в среднем по всей Англии — 1,39*d*.

Америка, имевшая в довоенное время круглый единый тариф в 5 cts (1 цент = 1,94 коп.), в настоящий момент имеет пеструю картину: 33 трамвая сохранили пятицентовый тариф, 13 трамваев имеют тариф 6 *cts*, 56—7 cts, 44—8 cts, 1—9 cts, 126—10 cts (из 273 обследованных трамваев). Вследствие разных скидок действительный средний доход в Клевеленде — 7,0, в Балтиморе — 8,05, Нью-Йорке — 5,38, Чикаго — 7,10, Бостоне — 9,27, Филадельфии — 7,28, Сен-Луис — 7,45, Цинцинатти — 8,70 cts. Средняя по 202 трамваям за 1929 г. — 7,55 центов. В общем во всем мире установились в среднем тарифы на 50% выше довоенных.

Глава 18

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТАРИФА

§ 86. Абонементные талоны и карточки

Соображения предыдущей главы о влиянии тарифа на число поездок относятся, по существу говоря, к случаю единого тарифа, одинакового для всех пассажиров и уплачиваемого за каждую поездку. С известным приближением мы относим это и к среднему тарифу при наличии дифференциации. В действительности почти нет трамвая, на котором все решительно пассажиры платили бы одинаково. Везде устанавливаются различные тарифы, в зависимости от дальности поездки, от социального положения пассажира, от его доходов, от количества пересадок, от частоты езды на трамвае, от условий и формы оплаты, от срока оплаты. Нам нужно в настоящей главе разобраться в существующих и возможных методах дифференциации тарифа. Поскольку трамвайный тариф есть не чисто техническая, а сложная экономическая и социальная проблема, выводы будут различны в разных строях общества. Что годится капиталисту, хозяйство которого является прогрессивным лишь в известной ограниченной мере и отражает реальные потребности народного хозяйства, как в кривом зеркале, то не будет применимо в социалистическом обществе. Основным критерием целесообразности той или иной тарифной системы для нас является достижение максимального итогового народно-хозяйственного эффекта. Всякий тариф вообще уменьшает использование трамвая. Поскольку затраты на трамвай окупаются во много раз экономией времени и энергии пассажиров, мы заинтересованы в том, чтобы максимально смягчить влияние проездной платы и, сохраняя ту доходность, которая в конечном итоге городу необходима (если он не перешел на бесплатность проезда или на сбор трамвайного дохода другими методами), дать такую дифференциацию тарифа, которая сохранит максимум полезного эффекта трамвая. Толкование этого полезного эффекта может быть в разных случаях несколько различно. Мы можем рассматривать вопрос с точки зрения чисто арифметической, приравнивая все поездки друг другу. Однако в ряде случаев следует считаться и с необходимостью предпочтения одних поездок другим, учитывая классовую структуру общества, состояние жилищного дела и другие обстоятельства. В ряде случаев мы, стремясь к той или иной дифференциации, находимся во власти технических методов сбора платы, которые этой дифференциации устанавливать не позволяют или сильно ее затрудняют. Все эти обстоятельства мы должны будем учесть в дальнейшем.

Многие трамваи применяют пониженную цену при предварительной продаже проездных билетов, специальных талонов или жетонов. В Америке это применяется большинством трамваев, причем количество одновременно продаваемых талонов невелико, а скидка бывает разная. Так, например, есть трамваи, которые при основном тарифе в 10 cts продают талоны в количестве 4 штук по 25 cts; другие при основном тарифе 7 cts продают их только по 3 штуки за 20 cts и т. д. Имеются разнообразные комбинации основного и абонементного тарифа. В довоенное время, когда во всей Америке господствовал тариф в 5 cts, эта скидка была мало распространена. Но когда после войны пришлось перейти к более высоким тарифам, встречавшим сопротивление городских властей, и притом к неудобным тарифам в 6, 7, 8, 9 центов, то предварительная продажа талонов получила широкое распространение. Если взять, например, случай с тарифом в 10 cts при 4 талонах, продаваемых за 25 cts, то здесь имелось, очевидно, в виду установить удобную оплату внутри вагона и в то же время сохранить для большинства пассажиров не слишком высокий тариф. Наоборот, в случае тарифа в 7 центов и талонов по 3 штуки за 20 центов цель сводилась к смягчению неудобства оплаты в 7 центов.

В Германии также применяется предварительная продажа талонов небольшими партиями 5—10 штук, с небольшой скидкой — от 7 до 20%.

В СССР абонементные талоны имели небольшое распространение в Ленинграде, где они продавались со скидкой 10% партиями по 50 штук; количество их составляло 10% всего числа пассажиров. В 1930 г. они были вытеснены месячными карточками, сравнительно подешевевшими, и число их снизилось до 2%. Выпуск этих талонов в Ленинграде имел целью, получив заблаговременно выручку, снизить тариф для постоянных пассажиров трамвая по сравнению со случайными, а главное — повысить общее число пассажиров в расчете на то, что пассажир, приобревший книжку талонов, будет расходовать их быстрее, чем если бы должен был каждый раз платить деньги. Наблюдения, производившиеся в 1927—1928 гг., когда количество талонов в Ленинграде было больше, показали, что в случаях, когда (из-за бюрократической неповоротливости аппарата ГЖД) эти талоны на некоторое время исчезали из продажи, то количество поездок заметно сокращалось, т. е. что наличие талонов в карманах действительно вызывало лишние поездки С этой точки зрения, продажу талонов следует приветствовать, если она не вытесняется более совершенной формой — месячными карточками.

Более целесообразным методом скидки для постоянных пользователей трамвая является временная карточка (месячная, недельная, сезонная, годовая). Эта карточка нашла недостаточное распространение по сравнению с тем, которого она заслуживает. В Америке недельная карточка (weekly pass) распространена преимущественно в малых городах (Tacoma, Joungstown, Terre Haute, Fort Smith, Beaver Walley и др.). Обыкновенно их цена соответствует 15 поездкам в неделю, причем фактические наблюдения показали, что они используются на 22 поездки в неделю (чикагский метрополитен). В Англии месячные карточки имеются также на большинстве трамваев (Глазго, Лондон и др.). Распространение карточек в Германии также повсеместно. В Кельне месячная карточка стоит сумму, равную 120 поездкам, в Вене 92 поездкам, в Дюссельдорфе—120 участковым поездкам в Берлине—90 поездкам. Широкое распространение этих карточек побуждает модифицировать и эту льготу. Так, в Берлине и Дюссельдорфе, кроме карточек универсального характера, имеются карточки на 1 маршрут, на 2 маршрута и на 3 маршрута по ценам существенно ниже, чем карточки для свободного проезда по всей сети. В Вене имеются карточки на 1, 2 и 3 участка. Количество указанных карточек в Берлине в обращении довольно велико — 150 тысяч штук, и перевозится по ним, исходя из средней цифры 4,5 поездки в день, всего около 28% всех трамвайных пассажиров. Довольно большое распространение получили карточки в СССР, в частности, в Ленинграде в 1930 г., где при цене, равной стоимости 100 поездок в месяц, количество карточек в обращении было около 75 тысяч. и число поездок на карточку 130—140 в месяц, что дает в итоге 16 — 18% всего числа пассажиров.

Подобного рода временные карточки чрезвычайно целесообразны. Как видно из примера ленинградских и берлинских цифр, они повышают число поездок довольно существенно, так как владелец данной карточки, если бы он ею не располагал, в среднем не делал бы тех 100 поездок, за которые ему пришлось бы платить деньги. Народно-хозяйственный эффект трамвая увеличивается почти не понижая дохода, так как при отдельных поездках данный пассажир истратил бы не больше или немногим больше, а иногда даже несколько меньше, чем он заплатил за карточку. Этим самым для данной группы пассажиров ликвидируется тормозящее влияние платы. Карточки, кроме того, чрезвычайно рационализируют сбор платы. Мы уже выше указали на их роль, как переходной ступени к установлению полной бесплатности проездов. Но уже в настоящий момент они снимают с кондуктора значительную долю нагрузки, позволяют ему обслуживать более емкие вагоны, дают экономию на билетах и отчетности, — словом, дают уже сейчас небольшую долю той огромной экономии, которая намечается при бесплатном трамвае. Мы должны поэтому стремиться к возможно более широкому распространению карточек на наших трамваях. Поскольку 1930/31 годы отличались огромным переполнением вагонов почти на всех трамваях СССР, то наблюдалась обратная тенденция снизить число карточек, так как карточки стимулируют рост числа поездок. Однако, это явление временное, и при улучшении в условиях перевозки необходимо будет перейти к усиленному растространению карточек.

Простейший метод расширения пользования карточками сводится к удешевлению их цены. При снижении тарифа в Ленинграде на карточки для рабочих с 10 до 8 руб. в 1927 г. число карточек в обращении повысилось с 12 тысяч до 30 тысяч. Когда в 1929 г. был проведен единый тариф, давший удорожание единичной поездки примерно на 20% и, следовательно, относительное удешевление карточки, то количество их опять возросло до 75 тысяч. Какое именно дальнейшее увеличение числа карточек дало бы удешевление их для рабочих до 6 р. или 4 руб., опытных данных у автора по этому вопросу не имеется. Чтобы ответить на этот вопрос, нам нужно было бы знать полную картину распределения всего городского населения (за исключением детей, имеющих право бесплатного проезда, членов Совета, трамвайных работников) по количеству поездок, которые каждая группа совершает в месяц или в год при платности. Если взять названные данные по Ленинграду, то они примерно соответствуют следующим цифрам:

число поездок более	150	в месяц — количество	пассажиров	1,0%
„ „ „	120	„ „	„	2,5%
„ „ „	100	„ „	„	5,0%

от всего платежеобязанного населения.

Среднее число поездок 35.

Эти цифры позволяют делать приближенную догадку, что данная зависимость выражается формулой

$$\Delta N = f(p) = K \cdot e^{-K \cdot p} \cdot \Delta p$$

Ленинградские цифры соответствуют коэфициенту $K \cong \frac{1}{34}$, т. е. число пассажиров в пределах p и $p + \Delta p$ равно

$$\Delta N = \frac{1}{34} \cdot e^{-\frac{p}{34}} \cdot \Delta p;$$

а число пассажиров, едущих больше чем p поездок в месяц

$$N_p = e^{-\frac{p}{34}}.$$

Это дает для

$p =$	0	—	10	—	20	—	30	—	50	—	70	—	80	—	90	—	100	—	120	—	150
$N_p =$	100%		74,5		55,5		41		22,5		12,4		9,3%		5,8		5,0		2,5		1,1%
$\Delta N =$		25,5		19		14		18,5		10,1		3,1		2,5		1,8		2,5		1,4	

Из этой формулы не трудно вычислить, что если мы, вместо стоимости 100 поездок (8 руб. для рабочих и служащих), будем продавать карточки за 6 руб. (75 поездок), то число приобретающих вырастет в 2,2 раза, т. е.

до 165 тысяч, а число едущих по ним до 33%. А если снизить тариф до 4 руб., то 340 тысяч жителей Ленинграда будут ездить по карточкам, составляя около 50% всех поездок. Эта кривая весьма гадательна, составлена только на основании теоретических соображений, но все же может дать некоторый толчок к дальнейшему исследованию вопроса.

Практически трамваи вряд ли могут согласиться на очень резкое снижение тарифа карточек, которое позволило бы охватить большую часть населения и поездок. Так, при тарифе в 4 руб. (50 поездок) ленинградский трамвай потерял бы в месяц около 750 тысяч руб. или 16% своего дохода. Можно, однако, предложить, по немецкому образцу, установить карточки одномаршрутные и двухмаршрутные, рассчитанные преимущественно для поездок на службу и обратно (без пересадки и с пересадкой). Существенным недостатком этого метода является то, что во многих случаях пассажир может ехать на службу по выбору несколькими маршрутами, а в данном случае он будет прикован к одному. Вторым минусом маршрутных карточек является то, что этот метод мало стимулирует рост числа поездок, не освобождает от получения билета в неежедневных поездках. Но все же большинство постоянно едущих будет брать эти карточки. Если установить, например, в Ленинграде, для одномаршрутной карточки тариф 3,50 руб. в месяц, для двухмаршрутной—5 руб., то можно рассчитывать, как указано, что примерно 50% всех пассажиров проедет по карточкам, тем самым весьма значительно облегчив работу кондуктора и не уменьшая существенно доходы трамвая.

Некоторые американские трамваи применяют месячную карточку особого рода, сравнительно дешевую (50 центов до 1 долл.), которая не дает пассажиру права свободного проезда, а позволяет ему при предъявлении ее проезжать за более дешевую плату (5 cts вместо 8 или 10 cts). Этот метод представляет собой комбинацию постоянного месячного тарифа и переменного тарифа, зависящего от числа поездок. Однако этот метод не достигает тех целей, которые осуществляются месячной карточкой, т. е. свободного проезда. Он не разгружает кондуктора, а, наоборот, заставляет его, помимо продажи билета или сбора платы еще проверять карточку. Он не разгружает пассажира от забот, не стимулирует роста числа поездок. Поэтому вряд ли следует рекомендовать его распространение у нас. И в Америке он возник в первую очередь, как способ сохранения в вагоне удобной пятицентовой монеты при повышении тарифа.

Комбинацию месячной или недельной карточки с абонементными талонами представляет собой месячная или недельная карточка, рассчитанная на определенное число поездок—50, 25, 12. Это по существу предварительная продажа абонементных талонов, но с добавочным ограничением по времени. Такая карточка применяется на некоторых американских и европейских трамваях (Massachusets, Portland, Fall River и др.). Никакой существенной выгоды она предприятию по сравнению с обычными абонементными талонами не дает, а только ограничивает свободу пассажира, что очевидно нецелесообразно.

§ 87. Диференциация по социальному положению и по заработку

Важный и сложный вопрос представляет собой различие пассажиров по социальному положению.

Поскольку в городе речь идет почти исключительно о снижении тарифа для рабочих, то мы имеем здесь один из участков классовой борьбы. Если вопрос социального положения рассматривать отдельно от разделения по доходности (см. ниже), то вопрос решается не экономическим подсчетом, а соотношением классовых сил. В Америке, где американская федерация труда держится святого принципа равенства всех перед долларом, скидки для рабочих почти нигде не существует. В Англии, наоборот, политика малых дел английских профсоюзов давала рабочим кое-какие крохи; еще до войны существовал рабочий тариф, позволявший ездить на работу и обратно за независимую от расстояния плату. При этом, чтобы бороться с возможными злоупотреблениями, такими талонами разрешалось пользоваться утром только до 8 час. утра, т. е. в то время, когда движение почти только рабочее.

В довоенной Германии скидки рабочим на трамвае были мало распространены. После войны, когда потрясения и поражения заставили буржуазию

в ряде пунктов отступить под натиском рабочего класса, и многие трамваи были муниципализированы, был проведен и ряд скидок для рабочих, но для ограничения использования эта скидка связана с недельными карточками и дает право только на определенное число поездок—12 или 24 в неделю. При этом скидка составляет от 37 до 53% (Кельн, Лейпциг, Нюрнберг).

В довоенной России скидки рабочим были редки, преимущественно в виде замены участков единым тарифом в ранние часы, когда ездили только рабочие. После революции в большинстве городов установлены скидки для рабочих и служащих в разном размере—от 20 до 70%. Вполне естественно, что победивший пролетариат гораздо более заинтересован в стимулировании поездок трудящихся, чем нетрудового элемента. Поэтому весь период НЭП'а существование этих скидок было с классовой точки зрения вполне обосновано. Однако в последнее время круг лиц, не имеющих права пользования скидкой, настолько сузился, что по существу почти все население города обладает правом и возможностью получать талоны на льготный проезд. Количество нетрудового элемента настолько невелико, что нет надобности вводить особые льготы для трудящихся, составляющих подавляющее большинство населения.

Поскольку, однако, среди трудящихся в городе сохраняется неравенство в оплате труда, вопрос о дифференциации по доходности приобретает особенное значение. Если для высокооплачиваемого специалиста разница в тарифе между 8 и 10 копейками совершенно не ощутительна и почти никакого влияния не окажет на число поездок, то рабочий и служащий средней квалификации уже вынуждены более строго взвешивать свои расходы и разница в 2—3 копейки может отразиться на числе поездок, а для рабочего с низким заработком тариф в 10 коп. является почти запретительным, скидка же в 2—3 коп. может помочь значительной части этих рабочих воспользоваться трамваем, особенно при дальних поездках. Поэтому, исходя из стремления достигнуть максимального народно-хозяйственного эффекта, мы заинтересованы в том, чтобы снизить тариф для низко-оплачиваемой группы и повысить для высоко-оплачиваемых работников.

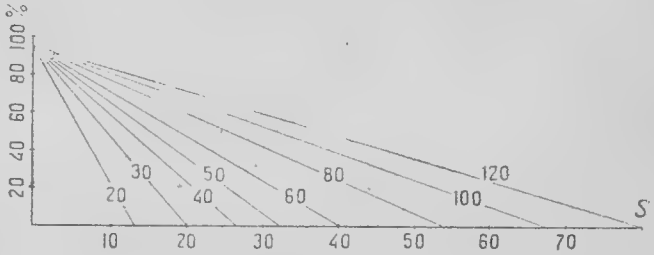


Рис. 187. Упрощенные прямые взамен кривых фиг. 181.

Чтобы выяснить более точно, насколько действительно целесообразно деление тарифа по платежеспособности и какие ступени желательно установить, мы должны иметь кривые зависимости числа поездок P от тарифа s для каждой доходности $c_1, c_2 \ldots c_n \ldots$ отдельно. Здесь как-раз нам поможет анализ этой зависимости, произведенный на основании теории выгодности трамвая в прошлой главе. Кривые на рис. 181 дают ответ на этот вопрос. Сказанное выше о тормозящем действии тарифа на поездки разных групп находит здесь полное подтверждение. Чтобы иметь возможность дальше разрешать задачу с помощью математического исчисления, мы упрощаем вид этих кривых и заменяем их прямыми, имеющими вид:

$$P = P_0 \, (1 - \alpha \cdot s)$$

P_0 означает число пассажиров при бесплатности; $P = 0$ получается при некоем $s = s_0$, так что $1 - \alpha \cdot s_0 = 0$, $\alpha = \frac{1}{s_0}$, или

$$P = P_0 \left(1 - \frac{s}{s_0}\right).$$

Конкретно для условий Ленинграда 1930 г., для которых и составлены вышеприведенные формулы, мы строим серию заменяющих прямых (рис. 187), причем окажется с известным приближением, что $s_0 = \infty \frac{2}{3} \, c$, или $P = P_0 \left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s}{c}\right)$.

Подчеркиваем еще раз, что критический тариф при известной дальности пропорционален доходности.

Пусть теперь дан ряд групп населения с доходами c_1, c_2, $c_3 \ldots$ коп. в час. При бесплатности эти группы дали бы P_{10}, P_{20}, $P_{30} \ldots$ пассажиров в год. Если для каждой из них принят особый

тариф $s_1, s_2, s_3 \ldots$ то числа поездок будут соответственно

$$P_1 = P_{10}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_1}{c_1}\right)$$

$$P_2 = P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_2}{c_2}\right)$$

$$P_3 = P_{30}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_3}{c_3}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Для успешного процветания предприятия нам нужно при настоящих условиях собрать с пассажиров доход, точнее известную прибыль. Если мы работаем по принципу безубыточности, то эта прибыль равна нулю; если мы хотим получить определенный процент к вложенному капиталу или сверхприбыль, то сумму ее принимаем заданной. Каждый пассажир требует расхода u, доход же равен соответственно $s_1, s_2, s_3 \ldots$ Поэтому суммарная прибыль от каждой группы равна $P_{10}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_1}{c_1}\right) \cdot (s_1 - u) \ldots$ и т. д., а итог по всем группам должен быть задан:

$$(S - U) = P_{10}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_1}{c_1}\right)(s_1 - u) + P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_2}{c_2}\right)(s_2 - u) + \ldots = \text{const}$$

В этих пределах мы можем теперь произвольно менять тарифы: возможно делать все одинаковыми: $s_1 = s_2 = s_3 \ldots$, можно делать тариф пропорциональным доходности: $\frac{s_1}{c_1} = \frac{s_2}{c_2} = \frac{s_3}{c_3} \ldots$, могут быть и другие соотношения. Наиболее приемлемым мы примем то распределение, при котором народно-хозяйственный эффект в итоге даст максимум. Остается только более точно фиксировать понятие этого эффекта.

В качестве первого подхода мы принимаем, что нам важно дать максимальный итог пассажиров, т. е.

$$P = P_{10}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_1}{c_1}\right) + P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_2}{c_2}\right) + \ldots = \max.$$

Эта функция многих переменных, связанных только одним уравнением, дает максимум при условии, если полный дифференциал

$$dP = -P_{10} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{c} \cdot ds_1 - P_{20} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{c_2} \cdot ds_2 - \frac{3}{2} \cdot P_{30} \cdot \frac{1}{c_3} \cdot ds_3 \ldots = 0;$$

с другой стороны,

$$d(S - U) = P_{10}\left(-3 \cdot \frac{s_1}{c_1} + 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_1}\right) ds_1 + P_{20}\left(-3 \cdot \frac{s_2}{c_2} + 1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_2}\right) ds_2 + \ldots = 0.$$

Из этих уравнений, поскольку $ds_1, ds_2, ds_3 \ldots$ друг от друга независимы, получаем:

$$\frac{P_{10}\left(1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_1} - 3 \cdot \frac{s_1}{c_1}\right)}{P_{10} \frac{3}{2} \cdot c_1} = \frac{P_{20}\left(1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_2} - 3 \cdot \frac{s_2}{c_2}\right)}{P_{20} \cdot \frac{3}{2} \cdot c_2} = \ldots$$

или

$$\frac{2}{3} c_1 + u - 2s_1 = \frac{2}{3} c_2 + u - 2s_2 = \frac{2}{3} c_3 + u - 2s_3 \ldots$$

или

$$c_1 - 3s_1 = c_2 - 3s_2 = c_3 - 3s_3 \ldots = k$$

или

$$s_1 = \frac{c_1 - k}{3}, \quad s_2 = \frac{c_2 - k}{3}, \quad s_3 = \frac{c_3 - k}{3}.$$

Чем выше заработок, тем выше и тариф, и при том даже более, чем пропорционально. Если например для $c = 50$ коп. мы устанавливаем $s = 10$ коп., откуда $k = 20$, то для

$$c = 50 - 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 140$$
$$s = 3{,}33 - 6{,}67 - 10 - 13{,}33 - 20 - 16{,}7 - 40.$$

Мы получаем, как-будто, необходимость установления очень резкой диференциации. Пассажиры с невысоким доходом должны были перевозиться по цене ниже себестоимости и даже бесплатно.

Мы подойдем более правильно к решению задачи, если в понятии народно-хозяйственного эффекта учтем еще то, что, устанавливая разную плату труда людей разных квалификаций, государство высококвалифицированному специалисту платит в несколько раз больше, чем чернорабочему, и то время, которое первый потеряет на трамвайной поездке, для нас также дороже, чем время чернорабочего. Мы выше для ленинградского примера исчислили, что средний рабочий, получающий 60 коп. в час, экономит на трамвайной поезде 25,3 коп.; если себестоимость его перевозки 5 коп., то полезный эффект трамвая (чистый) равен 25,3 — 5,0 = 20,3 коп. От перевозки пассажира, зарабатывающего только 20 коп. в час и экономящего соответственно 8,4 коп., государство получает чистый эффект 3,4 коп., а, наоборот, на специалисте, получающем 1,60 коп. в час и эко-

номящем 67 коп., государство выгадывает 62 коп. В общем виде чистый народно-хозяйственный эффект равен $(0{,}4\ c - u)$ на поездку, а со всей массы пассажиров

$$F = P_{10}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_1}{c_1}\right)(0{,}4c_1 - u) + P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{s_2}{c_2}\right)(0{,}4c_2 - u) + \ldots \text{ max}$$

$$dF = P_{10}(0{,}4c_1 - u) \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{ds_1}{c_1} + P_{20} \cdot (0{,}4c_2 - u) \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{ds_2}{c_2} + P_{30} + (0{,}4c_3 - u) \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{ds_3}{c_3} + \ldots = 0.$$

Сопоставляя это уравнение с уравнением $d\ (S - U) = 0$, получаем

$$\frac{P_{10}\ (0{,}4c_1 - u) \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{c_1}}{P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_1} - 3 \cdot \frac{s_1}{c_1}\right)} = \frac{P_{20}\ (0{,}4c_2 - u) \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{c_2}}{P_{20}\left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{u}{c_2} - 3 \cdot \frac{s_2}{c_2}\right)} = \ldots \mu$$

или

$$\frac{c_1 + \frac{3}{2} \cdot u - 3s_1}{0{,}4c_1 - u} = \frac{c_2 + \frac{3}{2}\ u - 3s_2}{0{,}4c_2 - u} = \frac{c_3 + \frac{3}{2}\ u - 3s_3}{0{,}4c_3 - u} = \mu,$$

откуда

$$s_1 = \frac{c_1}{3}\ (1 - 0{,}4\mu) + \frac{u}{2}\ (1 + \mu)$$

$$s_2 = \frac{c_2}{3}\ (1 - 0{,}4\mu) + \frac{u}{2}\ (1 + \mu)$$

$$s_3 = \frac{c_3}{3}\ (1 - 0{,}4\mu) + \frac{u}{2}\ (1 + \mu) \text{ и т. д.}$$

Если, например, $u = 5$, $\mu = 1$, то при

$$c = 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 80 - 100 - 160$$
$$s = \ \ 9 - 11 - 13 - 15 - 17 - 21 - 25 - 37$$

Мы видим, что s растет с заработком, но не пропорционально ему. Таким образом представляется целесообразным дифференцировать тариф по заработку, но не пропорционально ему, так как мы приняли в основу расчета положение, что государство больше, заинтересовано в экономии времени более квалифицированных работников, чем низко оплачиваемых, время которых менее ценно.

Вопрос о дифференциации трамвайной платы по заработку необходимо поставить в ряд актуальнейших: беря несколько больше у лиц, которым лишняя копейка не дорога, мы открываем возможность снижать тариф для низкооплачиваемых работников.

Ряд разнообразных скидок существует в разных странах и городах для многих групп населения.

Дети до известного возраста (4—7 лет) пользуются правом бесплатного проезда почти везде. В Ленинграде и Москве вместо возраста установлен предел роста — 1 метр (во избежание пререканий в вагоне). Для детей школьного возраста и школьников существует во многих местах скидка довольно значительная. В Берлине скидка учащимся от 14 до 18 лет и учащимся фабзавуча дается в половинном размере, точно так же в Кельне и Дюссельдорфе. Многие американские трамваи дают скидку школьникам около 40%. В Ленинграде скидка школьникам 50%. Специальная льгота установлена в Кельне для детей, возящих родителям на завод еду — скидка в 75%. Студенты вузов и техникумов пользуются значительной скидкой в Америке, в Кельне 50%. В СССР они приравнены к рабочим.

Красноармейцы в СССР имеют скидку в большинстве случаев 50%.

Подобные скидки в общем обоснованы, так как они относятся к группам населения, не имеющим самостоятельного заработка; принадлежащие к этим группам лица, конечно, не поехали бы при общем тарифе. Особенно важна скидка школьным детям как метод содействия всеобучу.

§ 88. Дифференциация по дальности поездки

Наиболее сложный и важный вопрос о дифференциации по дальности поездки. Картина в этом отношении чрезвычайно пестрая. Мы имеем самые разные системы тарифа, от единого для всяких расстояний до сложнейших участковых систем.

Если к решению вопроса о дифференциации по дальности подходить с точки зрения себестоимости, то следовало бы установить тариф, примерно пропорциональный расстоянию. На самом деле, однако, себестоимость вопроса не решает. Нам важен народно-хозяйственный эффект, который равен разнице между выгодностью трамвая для пассажира и себестоимостью перевозки. Если мы обратимся для этой цели к кривым, показывающим зависимость числа поездок от тарифа при разной дальности, то данная серия кривых $P=f(s)$ при $L_m=\text{const}$ примерно похожа на серию кривых $P=f(s)$ при $c=\text{const}$ (т. е при разной доходности), только для большой дальности возрастание критического тарифа было нами принято меньше, чем для высоких заработков. Народно-хозяйственный эффект дальней поездки значительно больше короткой. Для средних современных условий Ленинграда мы выше выразили это формулой $6{,}95\,L_m-5{,}8$ коп. Таким образом, если повторить в отношении дальности поездки те же рассуждения, что и в отношении доходности, то мы получим, что дифференциация тарифа по расстоянию также вполне целесообразна, причем тариф не должен быть пропорционален расстоянию, а возрастать в меньшей мере.

Попробуем рассмотреть вопрос с точки зрения капиталистического владельца трамвая, и предположим, что он имеет фактическую возможность устанавливать тарифы по своему усмотрению. Ему очевидно будет выгодно устанавливать для каждого расстояния особый тариф, имея в виду, что точка максимальной прибыли при возрастающей дальности также соответственно отходит. Если же данный капиталист ограничен соглашением с городом, которое позволяет ему устанавливать тарифы по усмотрению, но с тем, чтобы средняя величина тарифа была не выше определенного максимума, то он будет заинтересован в том, чтобы максимально повысить общий доход и общее число пассажиров. Не трудно доказать, что и в этом случае ему выгодна дифференциация тарифа по дальности. Таким образом, за зависимость тарифа от расстояния говорят экономические соображения. Единый же тариф имеет, во-первых, преимущество простоты сбора платы как при билетной системе, так и особенно при системе непосредственного сбора. Упрощение это в итоге может дать экономию довольно значительных сумм и, кроме того, облегчает и удешевляет контроль.

Форма тарифа может быть внеклассовым вопросом только во внеклассовом обществе. В капиталистическом же городе рабочий, который преимущественно едет на большие расстояния, заинтересован именно в едином тарифе.

Форма тарифа является, наконец, чрезвычайно важным фактором в развитии города. Участковый тариф будет побуждать к коротким поездкам, будет заставлять население селиться вблизи места службы и работы. Обратно, единый тариф способствует расширению черты города, расселению на окраинах. Единый тариф является важным двигателем жилищной политики города, что имеет значение не меньшее, а скорее даже большее, чем чисто транспортные соображения. При едином тарифе мы получаем увеличение дальних поездок не только потому, что дальние пассажиры перестают сокращать свои поездки из-за тарифа, а короткоследующие сокращают их усиленно,— но и потому, что действительно увеличивается потребность в дальних поездках из-за расселения на окраины. В приведенных выше формулах это означает изменение самих величин P_{10}, P_{20}... и т. д. Само по себе такое изменение означает увеличение потребности и расходов на транспорт по всему городу. Но совершенно ясно, что не население для транспорта, а транспорт для населения, и потому те жилищные причины, которые побуждают искать жилья именно на окраинах, несомненно, являются основными. Транспорт должен приспособиться к этим требованиям, а не наоборот.

Эти соображения являются основными причинами введения единого тарифа в Германии после войны. До войны Германия была классической страной участкового тарифа. Разные сложные системы применялись для того, чтобы наиболее целесообразным образом приспособить тариф к дальности поездки. Однако, в послевоенное время коммунальная политика немецких городов, в значительной части попавшая в руки социал-демократов и демократов, приняла решительное направление в сторону расширения территории городов, разрежения плотности населения, застройки окраин. Единый тариф

является немаловажным орудием в этом направлении. В большинстве городов трамвайные предприятия в результате революции оказались в ведении муниципалитетов. Давление рабочего класса, заставившего буржуазию в первые годы после войны уступить ряд существенных экономических позиций (восьмичасовой рабочий день и др.), сказалось и в вопросе о едином трамвайном тарифе. Там, где трамвай перешел в руки города и управляется на бюджете или на хозрасчете,— почти везде проведен единый тариф (Берлин, Кельн, Лейпциг, Нюрнберг, Вена). Наоборот, в городах с частными предприятиями (Гамбург, Дюссельдорф, Дармштадт, Мангейм) до сих пор сохраняется участковый тариф в разной форме, как наиболее удобный для получения прибыли при заданном среднем тарифе.

В Англии участковый тариф сохранился везде, хотя для этого не больше оснований, чем в Германии; при этом и политическая ситуация примерно та же. Объясняется это, как и многое в Англии, случайным старым законом, который требует, чтобы тариф был не более 1 пенса за милю. В 1923 г. этот пенс был изменен на $1^1/_2$ пенса, но этот тариф как единый был бы слишком мал, и потому поневоле приходится сохранять участковый тариф.

Участковый тариф существует в большинстве городов Франции (Париж, Марсель и др.).

В Америке еще в довоенное время почти исключительно был распространен единый тариф, причем основным соображением было удобство монеты — 5 центов, которая составляла тариф почти всех американских городов. Если бы ввести участковый тариф с платой 3—4 цента за участок, то это было бы слишком неудобно для пассажиров. Единый тариф позволил американцам ввести метод сбора платы в особые ящики, которые были сперва подвижными и находились в руках кондуктора, а теперь делаются неподвижными внутри вагона. Подробнее этот метод, его преимущества и недостатки будут рассмотрены ниже. В настоящее время повышение тарифа до 7—8—9 центов вызывает вновь интерес к участковому тарифу, так как более высокий тариф существенно снижает число поездок, а дробный тариф очень неудобен. Имеется ряд попыток ввести участковый тариф с оплатой за участок в 5 центов. Но трудности, возникающие при этом в связи с безбилетным сбором платы, побуждают американские трамваи сохранить единый тариф. Несомненно, что с переходом на участковую систему они могли бы гораздо легче вести конкуренцию с частным автомобилем. Блестящий пример этому дал город Сан-Диего, почти единственный американский город, введший у себя участковую систему, с тарифом за участок 5 cts, а за весь маршрут 10 cts. Несмотря на повышение среднего тарифа с 4,91 до 6, 36 cts, число пассажиров не понизилось, а даже слегка повысилось (на 1,8%).

Если сравнить положение в Англии и Америке, то получится очевидное противоречие собственным интересам. Американские частновладельческие трамваи, весьма заинтересованные в участковом тарифе, сохраняют единый тариф, а, наоборот, английские, среди которых преобладают муниципальные, сохраняют участки, хотя это очевидно противоречит интересам города в целом. Один из многих примеров консерватизма в важнейших вопросах жизни и техники.

В довоенной России на всех трамваях (не только на частных, но и на коммунальных) был участковый тариф. И в послереволюционное время были восстановлены преимущественно довоенные участковые системы, но с некоторыми изменениями в сторону скидки на большие расстояния.

В 1929 г., преимущественно под влиянием немецкого опыта, на единый тариф перешли Ленинград и Москва, для которых при имевшейся конъюнктуре этот переход не представлял опасности потери доходов, а наоборот. В 1931 г. на единый тариф перешел Харьков. Другие трамваи считают для себя этот переход невыгодным.

§ 89. Формы участкового тарифа

Простейший вид участкового тарифа — система простых отрубных участков (рис. 188). Каждый маршрут делится на определенное число участков, проезд каждого из них стоит одинаковую сумму. При проезде через

границу участка, хотя бы речь шла о двух перегонах, платится, как за два участка. Эта система, очевидно, очень неудобна для пассажира. Если участковая система вообще имеет тенденцию стимулировать короткие поездки, то отрубные участки во многих случаях, наоборот, заставляют за короткий участок платить двойную плату, что очевидно неудобно.

Рис. 188. Простые отрубные участки.

Рис. 189. Отрубные участки разной стоимости.

В некоторых случаях цена участков неодинаковой длины неодинакова. Это не меняет существа дела и оставляет тот же недостаток (рис. 189).

Более удобной является система простых перекрывающихся участков (рис. 190). Этим устраняется основной недостаток отрубных участков, но система получается сложнее. Такая система применялась в довоенном Ленинграде и Москве.

Иногда применяются многократно перекрывающиеся участки. Так, на некоторых немецких трамваях в довоенное время платился основной тариф за проезд любых 5 перегонов между остановками. При проезде от 6 до 10 перегонов платился двойной тариф, от 11 до 15 — тройной и т. д. (рис. 191). Эта система особенно сложна и требует от кондукторов большой внимательности к выданным билетам, но приспособляется самым гибким образом к потребностям пассажиров.

Рис. 190. Простые перекрывающиеся участки.

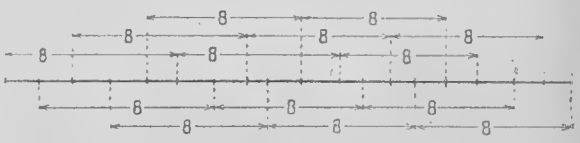


Рис. 191. Многократно перекрывающиеся участки.

Все обрисованные системы имеют характер чисто пропорциональный — тариф пропорционален расстоянию, точнее — изменяется по ступенчатой линии в зависимости от расстояния (рис. 192). Модификация этой системы содержит особую, хотя и пропорциональную оплату полуторных участков. Так, в Дюссельдорфе оплата 1—5 участков равна 20 пф., 6—7 участков 30 пф., 8—10 участков — 40 пф. и т. д. Для больших расстояний эти системы дают очень высокий тариф, особенно в больших городах, что слишком тяжело для лиц с малой платежеспособностью и сокращает число поездок. Мы выше и указали, что для достижения наивысшего экономического эффекта тариф должен возрастать с расстоянием, но не пропорционально. По этой причине и были созданы разные системы скидочного тарифа, который непропорционален расстоянию, а за большое расстояние дает определенную скидку, таким образом по эффекту приближаясь к единому тарифу.

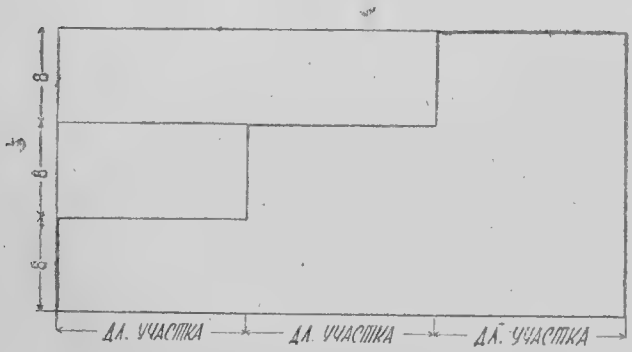


Рис. 192. Зависимость тарифа от длины поездки при пропорциональном тарифе.

Отрубной скидочный тариф применяется, например, в Киеве и применялся в Харькове. Проезд одного участка стоит 10 коп., двух — 15, трех 20 коп. (рис. 193).

Перекрывающийся скидочный тариф, хотя и с небольшой скидкой, применялся в 1925—1929 гг. в Москве. Тариф за 1 - 2 малых участка (полуучастка) был 8 коп., за 3 полуучастка — 11, за 4 полуучастка (2 участка) — 14 коп. (рис. 139). Дальше особых скидок не давалось, и потому при проезде очень длинных расстояний (5 — 10 полуучастков) комбинировалась наиболее выгодная система из билетов 8, 11 и 14 коп. Так, например, за 5 полуучастков оплата была 8 + 11 = 19, за 6 полуучастков 11 + 11 или 8 + 14 = 22, за 7 — 11 + 14 = 25 и т. д. Проезд всего маршрута стоил довольно дорого.

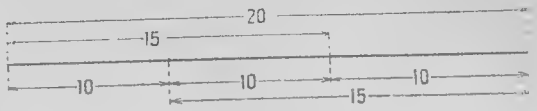


Рис. 193. Отрубной скидочный тариф.

В Германии при перекрывающихся участках почти всегда применяется скидочный тариф. Так, например, в Дармштадте проезд 1—2 полуучастков стоит 15 пф., 3 — 4—20, 5—6—25, 7—7—30, 9—10—35. Более приближается к единому тарифу Гамбург: здесь при проезде 1—2 полуучастков платится 15 пф., 3—4 —20, а свыше — 25 пф. независимо от длины.

Совершенно особая система скидочного тарифа применялась в Ленинграде в 1925 — 1929 гг. Здесь скидка давалась не всем пассажирам, едущим больше одного участка, а только едущим из центра города в окраины и, кроме того, едущим на весь маршрут. При основном тарифе в 7 коп. первые платили 10 к., а вторые 15 коп.; в центре же города пассажир, проехавший более одного участка, например из *В* в *Е*, платил за два, т. е. без скидки (рис. 194). Тариф этот имел в виду загрузить вагоны на окраинах, где они обычно ходят уже менее нагруженными, и разгрузить в центре, заставляя выйти у границы тарифного участка. Кроме того, этот тариф давал большую льготу едущим на весь маршрут и был выгоднее жителям окраин, по сравнению, например с московским тарифом. В настоящее время, как указано, этот тариф заменен единым.

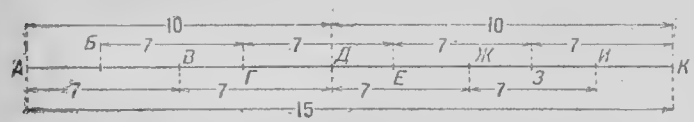


Рис. 194. Ленинградский тариф 1925—1929 г.

§ 90. Пересадочное право

Пересадочное право представляет собой по существу неотъемлемое право пассажира. Пассажир становится пересадочным не по его вине, но в зависимости от маршрутной системы. Сама необходимость пересадки ему и без того тягостна, отнимает время. Необходимость за это неудобство еще доплачивать можно считать двойной несправедливостью по сравнению с другими такими же пассажирами, которым в маршрутной „игре“ более „повезло“.

С точки зрения максимального стимулирования пассажиро-оборота также нецелесообразно брать с пересадочного пассажира двойную или вообще большую плату. Поскольку по характеру поездка пересадочного пассажира (исходя из потребности) одинакова с беспересадочной, то речь сводится к дифференциации среди одинаковых пассажиров по случайному признаку. Правда, за счет удорожания тарифа для пересевшего пассажира может быть удешевлен тариф для беспересадочных. Так, например, если в городе 25% пересадочных пассажиров, при пересадочном праве и едином тарифе в 10 коп., то, при отсутствии пересадочного права можно установить для беспересадочных (75%) тариф 8 коп., а для пересадочных (25%) тариф 16 коп. Но в результате число пересадочных сократится в большем проценте, чем увеличится число беспересадочных, и общее число пассажиров уменьшится. Народно-хозяйственный эффект трамвая, таким образом, требует пересадочного права.

Мы выше, в главе 11, уже указали, что разветвлять маршрутную систему сверх определенной нормы, слишком увеличивать маршрутный фактор становится вредным, так как при этом увеличиваются интервалы и время ожидания

на отдельных маршрутах,—в итоге общее время, потерянное пассажирами, может еще увеличиться. Но если пересадочного права в городе не существует, мы вынуждены в интересах массы пассажиров слишком развивать число и длину маршрутов и тем самым разрежать частоту на каждом из них. Настойчивые требования отдельных пассажиров и организаций об увеличении маршрутной системы значительно уменьшаются при введении пересадочного права.

Осуществление пересадочного права, в виду необходимости контроля и предупреждения злоупотреблений, несомненно затруднительно. При безбилетном методе сбора платы пересадочный пассажир должен получить билет; при билетной системе пассажир должен получить ряд пометок на билете. Несомненна также и некоторая возможность злоупотреблений вопреки всем мерам предосторожности. Но если нельзя сохранить сто грешников ради одного праведного, то причинить существенный ущерб очень большому проценту пассажиров и, в конечном итоге,—самому трамваю ради борьбы с небольшим процентом возможных злоупотреблений, очевидно, нецелесообразно.

В Америке свободное пересадочное право существует почти на всех трамваях, и только некоторые имеют 1—2 cts добавку за пересадку. В Германии также пересадочное право существует на всех трамваях как при едином тарифе, так и при участковом, причем доплаты не требуется. Более того, в тех городах, где существуют несколько предприятий массового транспорта (трамвай, метрополитен, автобус) в руках одного хозяина (Берлин, Бостон, Париж), пересадка с одного на другой производится также обычно без доплаты.

Количество разрешаемых пересадок колеблется в разных городах в зависимости от маршрутной системы и других обстоятельств. В Вене, например, разрешается любое число пересадок, так как маршрутная система очень неудобна и требует иногда четырех пересадок. В Лейпциге разрешены две пересадки, в Берлине только одна.

У нас в СССР, пересадочного права почти нигде нет. Наши трамваи при этом обычно ссылаются на некультурность населения и переполнение вагонов, вследствие чего кондуктору трудно будет бороться с злоупотреблениями. Очевидно, что народно-хозяйственный вред вследствие отсутствия пересадочного права значительно больше, чем возможные убытки от его введения. Поскольку наши трамваи при большой меркантильности проявляют достаточно бюрократической неповоротливости и невнимания к интересам пассажира, постольку потребуется большой общественный нажим, чтобы побудить их устранить это препятствие на пути пользования трамваем для значительного процента пассажиров.

От пересадочного права можно было бы отказаться, если бы сделать более решительные шаги в сторону предварительного получения платы (карточки). Если тем или другим методом удалось бы добиться, чтобы постоянно пересаживающиеся пассажиры все имели месячную карточку, то надобность в пересадочном праве осталась бы только для случайных поездок, и тогда острота вопроса сократилась бы.

§ 91. Дифференциация по часам дня

Дифференциация тарифа по часам дня существует в редких случаях. Как уже было указано, на ленинградском трамвае в довоенное время существовал рабочий удешевленный тариф до 8 часов утра.

Повышение тарифа в ночные часы применяется кое-где за границей (Вена, Париж). В наших условиях, при многосменной работе на заводах, это было бы недопустимо.

Более серьезен вопрос о возможности привлечения пассажиров в дневные часы не максимума путем снижения тарифа на эти часы (off-peak-fare). Этот метод в ряде случаев с успехом применяется на отдельных участках сети (например, на линиях, ведущих в загородные сады и парки) или на всей сети в Англии и Америке (Бостон, Лондон и др.). В эти часы вагоны недостаточно нагружены, и увеличение их нагрузки путем привлечения новых пассажиров может быть полезно. Себестоимость перевозки пассажира в эти часы меньше, чем в часы максимума, так как для них не должен приобретаться основной

капитал. Но все же только в редких случаях на отдельных участках можно полагать, что снижение тарифа вызовет такой рост числа поездок, который покроет потерю на скидке с избытком. Общий народно-хозяйственный эффект будет очевидно ухудшен, так как именно трудовые поездки останутся на высоком тарифе. Поэтому, с нашей точки зрения, применение такого деления нецелесообразно, не говоря уже о трудностях в его проведении и неизбежных недоразумениях с пассажирами.

Глава 19

СБОР ПЛАТЫ

§ 82. Предварительный сбор платы

Методы и техника сбора платы столь же многообразны, как и самые формы тарифа и в значительной мере влияют на тариф, как мы видели в прошлой главе.

Основные задачи состоят в обеспечении правильного поступления платы от пассажира и передачи ее кондуктором в руки предприятия, для чего необходимо:

1) обеспечить действительную уплату каждым пассажиром в вагоне наличными или талонами (если у него нет другого документа на проезд);

2) обеспечить внесение пассажиром именно той платы, которая с него причитается, в частности при участковом тарифе—за все расстояние, которое он проехал

3) обеспечить пассажиру возможность пересадки, при наличии пересадочного права, и гарантировать невозможность злоупотребить этим правом для других поездок;

4) обеспечить со стороны кондуктора полную сдачу всех полученных денег и талонов и невозможность заменить одно другим;

5) обеспечить возможность контроля в любое время как за действиями пассажиров, так и за действиями кондуктора.

Проще всего стоят задачи при предварительном сборе платы — месячных, недельных или годовых карточках. Общепринятый метод состоит в выдаче пассажиру документа, действительного на проезд в определенный период времени. Многие трамваи (Ленинград, Москва, Берлин, Кельн) требуют от клиента фотографической карточки, для обеспечения того, чтобы проездной документ не мог быть передан другим лицам. Некоторые трамваи (Абердин в Англии) выдают эти карточки от любой даты до любой, что требует от кондуктора особого внимания при проверке документа и очевидно нецелесообразно. Советские трамваи выдают месячные карточки особого цвета на каждый месяц, что значительно облегчает работу кондуктора: карточка действительна только от 1-го до 1-го или от 15-го до 15-го. Поскольку трамвайная плата для покупателя карточки входит в его постоянный бюджет, нет надобности иметь свободу выбора даты. Пассажирам же, опоздавшим с покупкой карточки, необходимо продавать ее из расчета оставшегося числа дней.

Берлинский трамвай месячные карточки для удобства пассажиров выдает на годовом бланке с 12 клетками. Ежемесячно одна клетка заклеивается вновь приобретаемой маркой. Фотографическая же карточка и надпись остается на бланке весь год.

Немецкие трамваи, а также американские, введшие недельную карточку (weekly pass), проявляют большую предупредительность в смысле продажи карточек населению. Для продажи этих карточек используются все имеющиеся собственные пункты (парки, павильоны, даже подстанции) с тем, чтобы пассажиру не пришлось за ними далеко ехать. В Ленинграде для этого используются агентства Коммунального банка в районах.

Необходимо иметь в виду, что при продаже карточек из расчета оставшегося числа дней возможны злоупотребления со стороны агентов, продающих эти карточки, так как они могут, задержав у себя деньги на несколько дней, потом отчитаться меньшей суммой. Поэтому необходима или ежедневная отчетность с проверкой наличия, или такая организация агентства, продающего

карточки, при которой кассовые функции весьма отдалены от выдающего органа и, кроме того, имеется контроль в том или ином виде.

В связи с месячным расчетом зарплаты в СССР, месячный период длительности карточек является для широкой массы пассажиров наиболее подходящим.

§ 93. Безбилетный сбор платы в вагоне

Простейший, как-будто, метод сбора платы в вагоне существовал в довоенное время в Америке. Кондуктор для сбора платы ходил по вагону и получал ее, не выдавая пассажиру никакого билета. Каждую полученную плату он должен был отметить на особом „регистре", помещавшемся под крышей, потянув за соответствующую веревку. Кроме того, каждая плата сопровождалась звонком во всеуслышание. Регистрация пассажира должна была производиться в присутствии последнего, так что за кондуктором осуществлялся как бы контроль самой публики. Кроме того, регистр показывал число перевезенных пассажиров за каждый рейс и в итоге за всю смену. Согласно этой записи кондуктор и должен был рассчитываться с предприятием.

Уже с точки зрения контроля над кондуктором этот метод оставлял желать много лучшего. Кондуктору было не трудно обойти внимание пассажира и не регистрировать его. Кроме того большие трудности со стороны контроля вызывали пассажиры, едущие по недельным карточкам, по карточкам бесплатным, по талонам, по пересадочным билетам. Некоторые трамваи их не регистрировали, но тогда кондуктор мог прикарманить талоны и, кроме того, показания регистра не сходились с действительным наличием пассажиров в вагоне. Другие трамваи их регистрировали, но при этом кондуктор мог отчитываться талонами, продаваемыми со скидкой или пересадочными билетами, которые он мог получить от чужих кондукторов. Наконец, некоторые регистрировали каждый вид пассажиров отдельно, что вносило осложнение в систему. Единственным методом контроля над кондуктором являлся контроль тайный. По доносу такого контролера кондуктор получал немедленно расчет. Все же злоупотребления при такой системе бывали часто.

Для избежания их многие американские и канадские трамваи стали снабжать кондукторов для сбора платы особым закрытым ящиком, куда кондуктор в присутствии пассажира клал монету или талон. Кондуктор сам из ящика вынимать плату не мог. Для размена денег пассажирам он должен был иметь при себе мешок с мелочью на большую сумму. Другие приспособления давали кондуктору возможность из этого ящика вынимать любое количество монет, которое при этом регистрировалось автоматически, так что кондуктор должен был их возместить. При этом способе кондуктор всегда имел достаточно монет для сдачи, и хранил крупные монеты у себя, а пятицентовые — в ящике.

Эти приспособления давали возможность бороться со злоупотреблениями со стороны кондуктора. Но контроля над пассажиром, поскольку последний не получал никакого документа и легко мог ускользнуть от кондуктора, не было собственно никакого. Поскольку американец далеко не отличается вышколенной честностью немца или англичанина и переполнение вагонов часто бывало большим, то и сбор был далеко не полным. Не было собственно никакого контроля над халатностью кондуктора. Пока американцы пользовались небольшими двухосными вагонами, кондуктор еще мог кое-как справляться с этой работой. Но когда движение становилось все гуще и требовались большие составы, то все более распространялись большие четырехосные вагоны, обслуживание которых одним кондуктором при таком методе оплаты становилось неприемлемым.

Вследствие этого, еще примерно с 1910 г. американские трамваи перешли на метод оплаты в определенном пункте вагона. Кондуктор (или впоследствии—заменяющий его вожатый) стоит неподвижно у ящика для сбора платы и наблюдает за тем, чтобы все пассажиры бросали в ящик монету, талон или пересадочный билет (после пересадки). Пассажиры все обязательно проходят мимо него. Этот метод стремится обеспечить полный сбор всей платы, облегчая значительно работу кондуктора. Для контроля же над кондуктором служит сам ящик, имеющий соответствующую ручную или автоматическую регистрацию.

Первые вагоны этого типа применяли принцип „платите при входе“ (*pay as you enter*). Хотя в Америке остановки очень часты и наполнение вагона значительно меньше, чем у нас, так что оборот каждой остановки невелик, все же, во избежание задержки вагона на остановках, пришлось сделать очень большую заднюю площадку (длиной 2 700 *мм*), которая должна была на крупных остановках вместить всю массу вошедших пассажиров, чтобы уже во время движения получить с них плату и пропустить их внутрь вагона к сидячим местам (рис. 195).

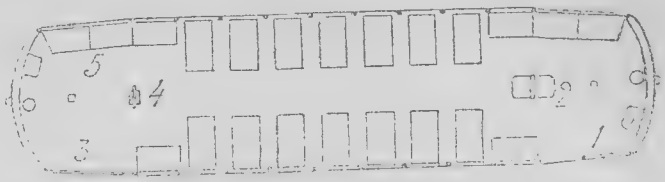


Рис. 195. Американский вагон „платите при входе“.
1. Выход, *2.* Складное сиденье, *3.* Вход, *4.* Ящик для сбора платы, *5.* Складное сиденье.

Все же этот способ сбора платы вызывал большую задержку вагона на остановках, вследствие чего впоследствии был предложен способ „платите при выходе“, который уже значительно меньше задерживал пассажиров, так как пассажиры успевали приготовить нужную монету для бросания в ящик (рис. 196).

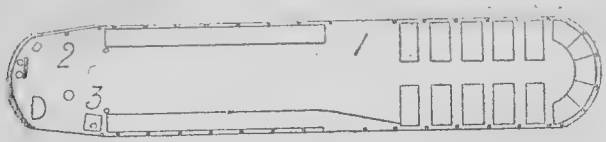


Рис. 196. Вагон „платите при выходе“ односторонний.
1. Вход, *2.* Выход, *3.* Место кондуктора.

Наконец, третий способ, так называемый вагон типа Питер Витта построен по принципу „платите при проходе“, для чего упомянутый вагон разделен на две части, и пассажир платит при проходе из одной в другую. Первоначальный тип вагона Питер Витта имел продольные скамьи в передней части вагона, поперечные в задней. Пассажиры входили с передней площадки в помещение с продольными сиденьями и оттуда могли или пройти в заднее помещение, если там были места, платя при этом в проходе, что нисколько не задерживало ни посадки, ни высадки, или же могли прямо выйти, платя, таким образом при выходе (рис. 197). По этим трем принципам построено бесконечное количество разных вариантов с расположением входов и выходов спереди, сзади и посредине. Общее для Америки в настоящее время то, что кондуктор не расхаживает по вагону, а стоит на определенном месте, причем все пассажиры должны по ходу движения пройти мимо него. Этим действительно достигается значительное сокращение числа „зайцев“ и возможность для кондуктора справиться с большим вагоном.

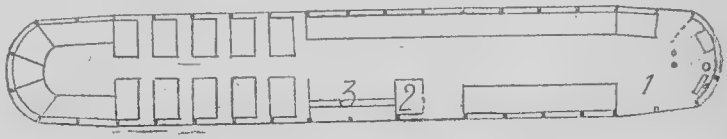


Рис. 197. Вагон гор. Детройт „платите при проходе“.
1. Вход, *2.* Место кондуктора, *3.* Выход.

При вагоне меньшего размера (до 8—9 *м* длиной), американцам удалось благодаря данному методу, даже совершенно освободиться от кондуктора, оставив сбор платы на одном вожатом (вагоны с одним человеком, так называемые безопасные вагоны). Эти вагоны оборудованы рядом мер безопасности, как-то — автоматическим закрыванием дверей, складными подножками для обеспечения безопасности пассажиров. Обычно для малых вагонов и вход и выход только спереди (рис. 198). Часто применяется также вход спереди с уплатой при входе, выход сзади, управление задних дверей пневматическое. Гораздо реже в вагонах с одним человеком применяется принцип „платите при выходе“, причем вход сзади, выход спереди.

Возможность решить задачу сбора платы при помощи одного вожатого является, так сказать, естественной компенсацией американских трамваев за частые остановки с очень малым оборотом. Но и в Америке это решение

оказалось возможным только в малых городах или на пригородных линиях со сравнительно небольшим движением. Всего из 73 тысяч вагонов на американских трамваях имеется около 8 тысяч вагонов с одним человеком; из 71 тысячи вожатых — 13 тысяч работающих одновременно как кондуктора. Для больших городов с большими четырехосными вагонами применение системы вагона с одним человеком настолько задержало бы вагон на каждой остановке, что, например чикагский трамвай был вынужден категорически от этого отказаться.

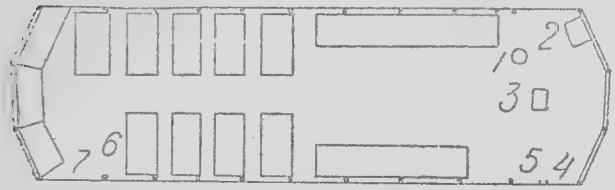


Рис. 198. Вагон с одним человеком г. Канзас.
1. Сиденье вожатого, 2. Контролер, 3. Ящик для платы, 4. Вход. 5. Выход. 6. Складное сиденье. 7. Запасный выход.

Чтобы использовать отчасти преимущества вагона с одним человеком и для больших городов, был введен тип комбинированный, который в известное время, преимущественно в часы максимума, может работать с кондуктором, а в часы слабого движения может обслуживаться одним вожатым. Так, например бруклинский вагон данного типа имеет вход спереди и выход в середине в часы максимума, причем кондуктор стоит в проходе. В часы же слабого движения средний выход закрывается, и пассажиры выходят с передней площадки (рис. 199).

Ящики для сбора платы, применяемые в американской практике, бывают разных типов.

Простые закрытые ящики только принимают плату. Иногда в них устраивается для удобства проверки окошко, так что опущенная монета сперва падает на особую площадку, где кондуктор ее может видеть через стеклышко, а затем нажимом на педаль или самостоятельно падает вниз. Получать монеты из ящика для размена кондуктор может через особый регистратор, так что отчетность получается совершенно безупречной, и кондуктор злоупотреблять не может; пересадочные билеты и талоны, попавшие в ящик, он получить не может.

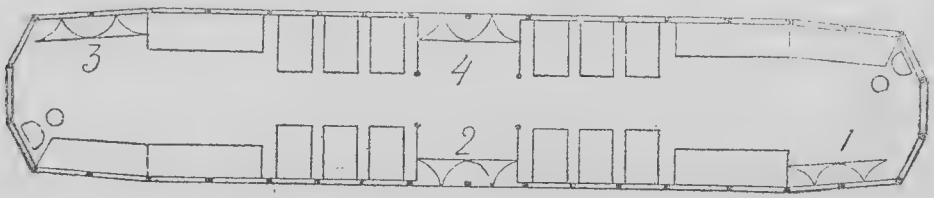


Рис. 199. Вагон с одним или с двумя агентами г. Бруклин.

Регистрирующие ящики регистрируют всю опущенную в них плату, так что общее число пассажиров за рейс видно всем пассажирам для удобства тайного контроля, который этим способом проверяет кондуктора. После регистрации кондуктор может получить монету из ящика свободно.

Счетный тип ящика автоматически подсчитывает всю опущенную в него выручку. Иногда эти ящики соединяют электрическим контактом с регистратором на крыше вагона, видимым для тайного контроля.

Иногда ящики для сбора платы снабжаются еще автоматическими приборами для размена денег, куда пассажир может бросить, например, доллар, и получить обратно двадцать монет по 5 cts. Этим самым сильно облегчается одна из основных забот кондуктора — размен денег.

Некоторые трамваи пробовали перейти к методу сбора денег при помощи турникета. Однако те задержки в движении, которые вызывались турникетом, заставляют в общем от него отказаться.

Сбор платы в определенной точке является сравнительно надежной защитой от „зайцев“ и для очень малых вагонов со слабым наполнением позволяет

даже возложить контроль за сбором платы на вожатого. Но выполнимость этого метода всецело зависит от большой частоты остановок, при которой оборот каждой остановки невелик, и от сравнительно слабой нагрузки вагона, позволяющей в моменты большой посадки загрузить вновь севшими пассажирами свободную площадку или часть вагона. Но в европейских условиях, где длина перегона примерно в 2 раза больше американской, а тем более у нас, где остановки еще реже и где вагоны переполнены, сбор платы при входе, при выходе или при проходе был во многих случаях невыполним. Если присмотреться к процессу оборота пассажиров на крупных узловых пунктах в Ленинграде или в Москве, где из подошедшего переполненного вагона выходит приблизительно половина пассажиров и тут же заменяется новой массой, то ни одна из американских систем и даже система Питер Витта не может решить данной задачи, так как и она во многих случаях потребовала бы, чтобы 20—30 пассажиров уплатили в течение 30—60 секунд. В настоящее время на московском и ленинградском трамвае кондуктор стоит в определенной точке у входа внутри вагона, и пассажиры, как правило, должны платить при проходе мимо него. Однако, на крупных посадочных пунктах, когда в вагон садятся одновременно 20—30 человек, а задняя площадка переполнена, это правило фактически не выполняется, и пассажиры проходят, точнее проталкиваются вперед мимо кондуктора и уплачивают ему уже впоследствии. Часть пассажиров, во избежание дальнейших неудобств, старается уплатить немедленно при входе, и этим вызывается весьма заметная задержка посадки.

§ 94. Формы билетов

По всей Европе плата собирается кондуктором внутри вагона, причем в целях контроля пассажиру выдается документ — билет. Значение билета троякое:

1) контроль пассажира, который производится преимущественно контролерами в форме;

2) контроль кондуктора, который отчитывается в выручке по проданным билетам;

3) контроль касс, которые по билетам отчитываются перед управлением трамвая.

Кроме того, контролируя пассажира, контролер одновременно контролирует кондуктора с точки зрения его внимательности и добросовестности. Наконец, и сам кондуктор может контролировать наличие билетов у пассажиров.

Рис. 200. Беспересадочный билет г. Кельн. Оторван угол 3—3-й участок

При отсутствии участков и пересадок, форма билета может быть любая. Проверка того, что билет выдан именно данным кондуктором на данном рейсе, осуществляется по номеру билета. Никаких других пометок на билете при этом не требуется.

Участковая система при американском методе сбора платы может быть проведена только с очень большими трудностями и ограничениями. В тех американских трамваях (Сан-Диего и др.), где имеются участки и когда всего на маршруте бывают два участка, то из них на первом плата собирается при входе, на втором — при выходе.

При билетном методе возможны и применяются два способа разрешения задачи: или на всех участках одинаковой цены применяется один и тот же билет, но кондуктор на нем тем или иным способом отмечает порядковый номер участка, или же для каждого участка имеются особые билеты, которые отличаются друг от друга формой или цветом. На длинных маршрутах при перекрывающихся участках может получиться 8—10 участков, и тогда при втором методе, во избежание большого количества разных билетов, у кондукторов имеются только 3 или 4 разноцветных билета. На 5-й участок выдается тот же билет, что и на первый, на 6-й — тот же, что на второй и т. д. Этот метод применялся в Ленинграде и других советских городах.

При системе единого билета на все участки, отметка участка может быть произведена разными методами. Так, в Москве до введения единого тарифа

билет имел вид, показанный на рис. 200, и кондуктор надрывал соответствующий номер участка. В других советских городах применяется метод пробития данного номера щипцами. Возможна также отметка номера цветным карандашом. В Кельне при участковом тарифе билет имел четыре уголка с номерами и кондуктор при выдаче билета отрывал соответствующий угол (рис. 200). Ряд других немецких городов перечислял на билете все тарифные пункты города (рис. 201), и кондуктор при выдаче или пробивал щипцами, или отмечал карандашом, или вырывал углом название того пункта, от которого пассажир сел, или, наоборот название пункта, до которого он имеет право ехать, или и того и другого (Гамбург, Маннгейм, Кобленц и др.). Другие, более мелкие трамваи изображают на билете весь план трамвайной сети и пробивают на нем или отмечают карандашом место посадки или, наоборот, место высадки пассажира (Дармштадт, Дюссельдорф и др., рис. 202).

Система единого билета на все участки одинаковой платы дает довольно существенную экономию в отчетности, которая ведется по меньшему количеству типов билетов. В зависимости от принятой системы отчетности, это составит большую или меньшую, но все же довольно существенную экономию. И кондуктору при едином билете не приходится иметь при себе большого запаса билетов разных типов. Но зато при желании действительно внимательно проверять выданные билеты работа его, а также контролера, существенно труднее, тогда как при разноцветных билетах на каждый участок один взгляд на билет показывает, действителен он или нет. Производство надрывов или карандашных пометок на билетах пассажир может подделать или скрыть, отметка щипцами требует наличия щипцов на руках у кондуктора, что также осложняет его работу. Из типов универсального билета на все участки одинаковой стоимости наиболее удобным представляется тип кельнский с четырьмя отрывными углами; отметка участка здесь ясная и легко видима при контроле. Она может быть приспособлена также для пяти и более участков на маршруте, если на 5-й участок отрывать первый угол, на 6-й — второй угол и т. д.

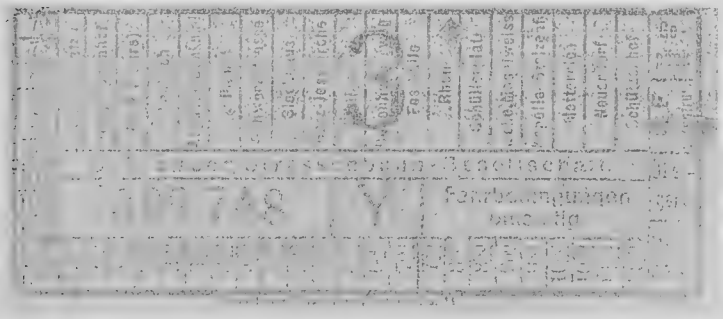


Рис. 201. Билет г. Кобленц. Пробит на остановке Rhein, направление из центра.

Значительные трудности билетной техники представляет пересадочное право как при выдаче билета, на котором должны быть отмечены все данные, соответствующие пересадке, так и при проверке билета на вагоне, в который пассажир пересел.

Пересадочное право предоставляется для совершения одной полной поездки, без перерывов и обратных заездов, по кратчайшему возможному пути. Если разрешить использовать пересадочный билет в любое время или в любом направлении на любом маршруте, то пассажир может его использовать вообще для совершения каждой второй поездки бесплатно.

Пересадка должна совершаться без промедлений на первый вагон того маршрута, которого пассажир ожидает. Таким образом, на билете должно быть отмечено время его выдачи: час дня, иногда с минутами или получасами, число месяца, месяц. Вместо месяца и числа можно также указать день недели и порядковый номер данной недели в году, или день пятидневки или декады и номер декады или пятидневки в году, или номер дня в году. Если считать, что использование билета ровно через месяц в тот же самый день и час мало вероятно, то можно отмечать только день месяца, но не самый месяц. На

основании этой отметки пересадка разрешается в течение определенного промежутка времени (в Берлине $1^1/_2$ часа, в Лейпциге 1 час, в Вене 2 часа), в зависимости от маршрутной системы, величины города, частоты движения, с тем, чтобы при любой поездке этот предел времени был достаточен для пассажира при добросовестном исполнении правил.

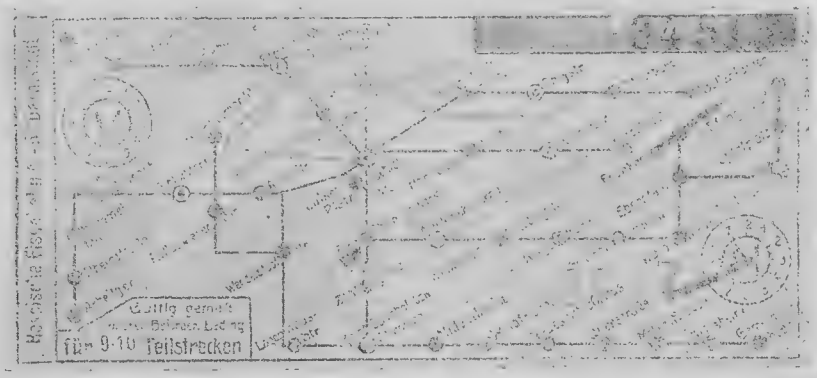


Рис. 202. Билет г. Дармштадт. Отмечено карандашом время 8 часов пополудни (*N*), и место назначения (Frankenstein)

Вторая группа отметок на билете должна предохранять от возможности использования билета для другой поездки, в частности для поездки в обратном направлении. Это можно сделать также разным путем: или отметить пункт посадки, высадки и пересадки, или же отметить маршрут и направление езды того вагона, в котором пассажир сел. Эта последняя отметка, однако, не всегда достаточна. Так, при участковом тарифе из указания маршрута и направления нельзя узнать, какое еще расстояние пассажир имеет право ехать на втором вагоне. При кольцевых, петлеобразных и, вообще, сложных маршрутах, одно направление также не указывает еще достаточно, где сел пассажир, и тогда билет мог бы быть использован для обратной поездки. Поэтому, кроме маршрута и направления, требуется еще указание места или, по крайней мере, участка посадки. Все эти отметки могут быть произведены так же, как и в отношении участков, двумя методами: или имеется единый билет на всю сеть, и на нем кондуктор делает все необходимые пометки, обычно 3, 4 или 5, или же все или почти все нужное предусмотрено заранее на билете, так что на всю сеть получается большое количество разных билетов. Так,

Рис. 203. Американский пересадочный билет

в довоенном Петербурге существовали пересадочные билеты на некоторые определенные пересадки от определенной точки до другой, и на каждую такую пересадку у кондуктора имелся особый билет. Специализированные пересадочные билеты имеются и на американских трамваях. При американском методе сбора платы, очень важно, чтобы выдача пересадочных билетов не задерживала всей массы входящих пассажиров, равно как и проверка билета на том вагоне, куда пассажир пересаживается. Поэтому американцы стараются, по возможности, избегать всяких пометок, делаемых кондуктором в вагоне. Так,

например, на прилагаемом билете маршрут пробивается кондуктором (маршрут указан не номером, а названием), число месяца обозначается условным инициалом (С-*К*), так что на каждое число требуется особый билет (рис. 203). Часы дня отмечаются на полосах, а кондуктор не пробивает их, а отрывает в нужном месте. Для первой половины дня (от 0 до 12) и второй половины (от 12 до 24) — особые билеты. В каждом направлении также особый билет. Таким образом, число билетов у кондуктора и в кладовой очень велико. Зато этот способ удобен при выдаче и при проверке билетов.

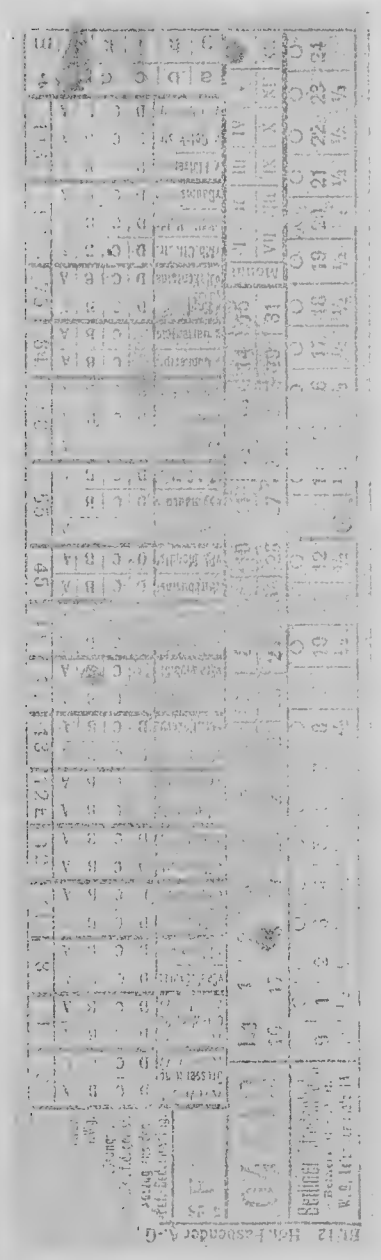


Рис. 204. Билет берлинского трамвая.

В обратном направлении идут немцы. У них единый пересадочный билет для всей сети, и все нужные отметки делаются на нем кондуктором посредством щипцов или карандаша. Отметка карандашом проще, не требует особого оборудования, но для нее надобно больше места на билете. Наоборот, при отметке щипцами можно обойтись для каждого знака очень маленьким полем, и таким образом билетом меньшего размера. Это обстоятельство немаловажное, так как на билеты уходит значительное количество бумаги, что влечет за собой крупные расходы (Берлин — 800 тысяч марок или 2% всех расходов, Ленинград — ок. 1%).

Практика трамваев в вопросе о выдаче одинакового билета для пересадочных и беспересадочных пассажиров и о производстве нужных отметок различна. Некоторые немецкие трамваи (Кельн) имеют особый билет для пересадочных со всеми необходимыми отметками, а другой простой, малого размера для беспересадочных пассажиров. При этом получается экономия на размере бумаги и упрощается работа кондуктора при выдаче беспересадочных билетов, но зато от каждого пассажира требуется указание, куда он едет, и вследствие разных типов билетов осложняется отчетность. Другие немецкие трамваи (Берлин, Вена) делают на билете все нужные пробивки на случай пересадки, не задавая пассажиру никаких вопросов. Это позволяет иметь совершенно единый тип билета, освобождает от распросов, но зато заставляет кондуктора на всех без исключения билетах делать пробивки. Последнее обстоятельство, однако, упрощается тем, что кондуктор одновременно пробивает по нескольку билетов. Наконец, большинство немецких трамваев имеет единый билет, но требует от пассажира указания, нужна ли ему пересадка и куда. Если пересадка не нужна, билет погашается или пробивается в особом месте, если нужна, то делаются нужные пробивки (Нюрнберг, Дармштадт, Дюссельдорф, Лейпциг и др.).

По форме всех отметок мы встречаем самые различные комбинации.

Билет берлинского трамвая (рис. 204) содержит отдельную отметку для месяца (1—XII), числа (1—31) и часа дня по получасам. Так, прилагаемый билет пробит 18 июня в 13 ч. 30 мин. Отметка маршрута, направления и участка слиты вместе. Для этого на билете перечислены все маршруты, обслуживаемые данным парком, по каждому маршруту в каждом направлении показаны

4 участка (иногда 3). На данном билете пробит участок *B* на маршруте 14 в направлении Schwieb. Str. Таким образом, универсального билета для всей

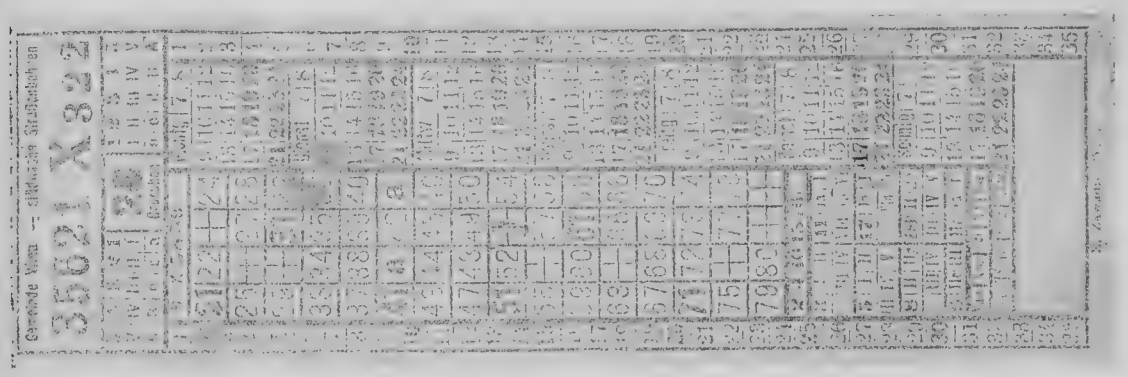


Рис. 205. Билет венского трамвая.

сети не получилось, но каждый парк имеет свой тип билета, и все кондуктора данного парка имеют только этот билет. При пересадке отрывается угол и делается пятая условная пробивка букв *a*, *b*, *c* ... и т. д.

Несколько в ином порядке производятся пробивки в Вене (рис. 205). Здесь день недели и час пробиваются сразу, для чего по каждому дню недели перечислены все часы. Порядковый номер недели показан с обеих сторон, причем порядок пробивки объявляется особо управлением. Кроме того, та же пробивка означает и направление движения, для чего и имеются два столбца от 1 до 35. Так, на прилагаемом билете пробита вторая по порядку неделя в определенном направлении движения, во вторник в 9 часов. Для отметки маршрута перечислены все имеющиеся маршруты, причем кольцевые маршруты (3, 5, 8, 9, 11, 17, 18, 117) имеют еще разбивку по участкам. Для радиальных же маршрутов (21—80) имеются только увеличенные клетки, и кондуктор должен местом пробивки внутри клетки отмечать участок. Всего таким образом кондуктор делает только три пробивки, вместо четырех в Берлине, но билет довольно громоздкий и клетки очень малые.

Рис. 206. Билет лейпцигского трамвая.

Рис. 207. Пересадочный билет кельнского трамвая.

Гораздо более компактный билет применяется в Лейпциге. Здесь месяц совсем не отмечается, а отмечаются только числа от 1 до 10, так что 13 отмечается 3. Далее пробивается маршрут (от 1 до 37), час дня (от 5 до 24), направление и участок пробиваются в верхнем правом углу — один столбец (30—V) означает одно направление, другой (00—V) другое направление. Беспересадочным пассажирам пробивается только угол E; требующим одной пересадки — клетка с одним крестиком; для двух пересадок — клетка с двумя крестиками (рис. 207). Итого кондуктор при пересадочном билете делает

5 пробивок. Так, прилагаемый билет выдан 26 числа в 9 утра, на маршруте 6 в правом направлении на участке III и требует только одной пересадки.

В Кельне, как указано, для пересадки имеется специальный билет. На нем месяц и число совершенно не отмечаются, а только конечный пункт отправления первого маршрута и конечный пункт назначения. Так, прилагаемый билет (рис. 207) выдан в 17½ час. на маршруте 17 от конечного пункта Sulz и позволяет пересаживаться на любой из маршрутов, идущих в Mülheim или Deutz, а именно на маршруты 2, 4, 22, 23, 1, 3.

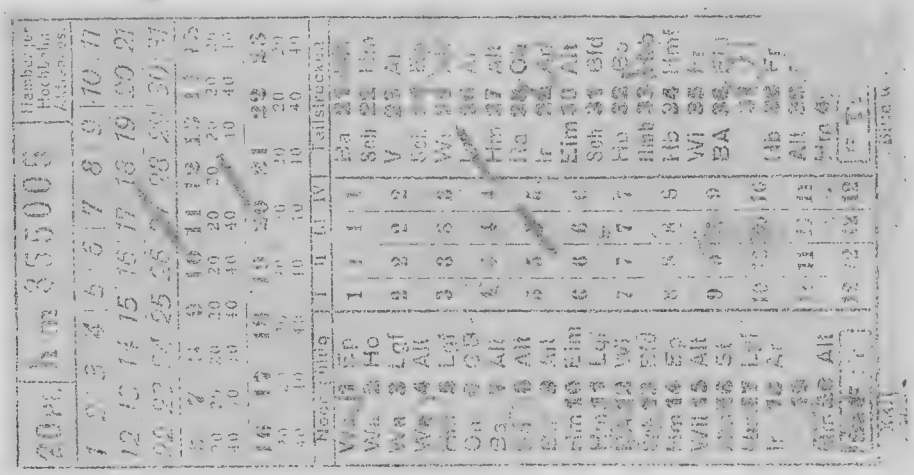


Рис. 208. Билет гамбургского трамвая.

Гамбургский билет (рис. 208) участковый пересадочный содержит: отметку числа месяца, времени дня (с точностью до 20 мин.), маршрута и направления (одной отметкой), а также участка, с отметкой, на сколько еще участков действителен билет. Все отметки делаются цветным карандашом.

Для беспересадочных сообщений используется тот же билет, но, вместо указанных отметок, вырывается соответствующий угол.

Рис. 209. Билет трамвая г. Манигейм.

Ряд других немецких трамваев (Манигейм, Кобленц), вместо или помимо перечисления маршрутов, имеет на билете перечень тарифных пунктов, где кондуктор отмечает точку посадки или назначения. Так, на приложенном билете гор. Манигейма (рис. 209) отметки кондуктора карандашом означают, что пассажир сел на маршруте № 1 в 10 часов и имеет право ехать до Scheibstrasse.

Другие трамваи малой и средней величины имеют на билете весь план сети в виде схемы, на которой кондуктор отмечает точку назначения или точку отправления или то и другое вместе. Помимо того, обычно делается отметка часа дня, а иногда и числа месяца. Таковы билеты городов Дармштадта (рис. 202), Нюрнберга и Майнца. Разная практика существует в указании времени дня. Немецкие трамваи обычно отмечают время выдачи билета. При этом кондуктор не может заранее заготовить пробивок на весь маршрут на конечном пункте. Некоторые американские трамваи, наоборот, указывают время отправления с конечного пункта, что позволяет на конечном пункте пробить заранее большое количество билетов, примерно по потребности на весь рейс и этим упростить операцию при выдаче. По такой отметке кондуктор в вагоне, куда пассажир пересел, легче может сообразить, истек ли установленный предел времени, чем по отметке в середине маршрута.

В Америке, в связи с принятым методом сбора платы, пересадочные билеты при пересадке опускаются в общий ящик для сбора платы или в особое его отделение, или же сдаются прямо кондуктору. В Германии пересадочный билет погашается тем или иным способом, обычно отрывом угла, или отметкой карандашом, иногда пробивкой щипцами.

§ 95. Методы обмена или погашения талонов

Предварительная продажа билетов в Америке, как указано, очень распространена. Часто применяются металлические жетоны такого же размера, как монета, служащая для уплаты (5 центов в довоенное время), и пассажир опускает в ящик жетон вместо денег. Такие жетоны требуют большой первоначальной затраты, но зато дают экономию в текущих расходах по сравнению с бумажными талонами. На трамваях, применяющих бумажные талоны в Америке, последние также опускаются в ящик или на некоторых трамваях сдаются прямо кондуктору.

На трамваях, применяющих билетный сбор платы, возможны два метода использования талонов: обмен на обычный билет или погашение без обмена. Первый метод применяется в большинстве трамваев СССР и имеет то преимущество, что работа кондуктора в отношении пассажиров, платящих наличными деньгами и талонами, одинакова. Зато при этом тратится двойное количество билетов и осложняется отчетность необходимостью подсчитывать все талоны при сдаче выручки кондукторами. На ленинградском трамвае, например, при 200 миллионах талонов в год, это составляло добавочный расход в 100 тысяч руб. в год. Кроме того, при методе обмена у нас довольно часты злоупотребления со стороны кондукторов, которые приобретают абонементные талоны сами или же покупают льготные талоны у рабочих и служащих, злоупотребляющих своим правом, и потом сдают их вместо денег, по полной цене билета. Такие же злоупотребления наблюдаются и у американцев. Гораздо более целесообразен метод погашения, применяемый в Германии. В связи с существующим пересадочным правом, в Германии абонементный или льготный талон имеет обычно тот же вид, что и универсальный билет, и кондуктор делает на нем те же отметки, что на обычных билетах. Но и при отсутствии пересадочного права нельзя ограничиться простым надрывом угла или карандашной пометкой в качестве погашения, так как пассажир может уже использованный талон употреблять много раз, особенно при переполнении вагонов. Контроль же ничего в данном деле обнаружить не сможет, так как все погашенные талоны одинаковы. Необходимо, чтобы погашающая отметка свидетельствовала так или иначе о том, что талон погашен именно в данном вагоне за данный рейс. Это можно сделать разными путями: или иметь щипцы со сменяемой фигурной вставкой (можно набрать примерно 15—20 хорошо и четко отличимых знаков—треугольник, круг, полукруг, полоска и др.), или иметь щипцы не пробивающие, а выбивающие номер или несколько букв; можно также ставить особый знак цветным карандашом, причем делается известное количество разных знаков разными карандашами; или иметь на талоне несколько клеток, и пробивать или делать отметку карандашом в соответствующей клетке; можно также комбинировать несколько из указанных приемов. Пробитый номер или знак

может соответствовать номеру вагона (или по крайней мере последней одной или двум цифрам номера) или номеру кондуктора, или номеру вагона и номеру рейса, или номеру вагона и часу дня. Так, например, талон может быть использован, если его погашать разными цветными карандашами и несколькими знаками, так что каждый кондуктор имеет особого цвета карандаш, которым он делает особый знак в клетке, соответствующей номеру рейса данного вагона.

Особый прием применяется в Харькове: здесь талон состоит из двух половин, из которых каждая имеет одинаковый номер; кондуктор при погашении отрывает половину и хранит ее у себя. При проверке можно сверить, имеется ли такой номер у кондуктора. Для контролера такой метод менее удобен, так как при обходе пассажиров он должен, в сущности говоря брать под сомнение все талоны и кропотливо сверять номера с пестрыми номерами у кондуктора.

При методе погашения талонов можно вместо отдельных талонов выпускать специальные карточки на 10, 12, 25, 50, поездок, причем за каждую поездку погашается один номер в последовательном порядке. Точно также погашается льготная карточка на 12 поездок за 1 неделю в г. Кельне. Но здесь каждая поездка должна совершаться в определенный день недели.

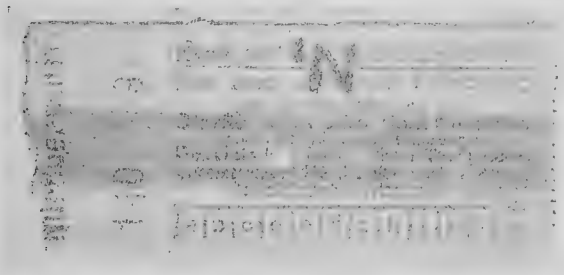


Рис. 210. Билет берлинского метрополитена. 140—день года, 9—часов утра, IV—станция

Билеты продаваемые кондуктором в вагоне, за границей имеют исключительно форму книжек, от которых отрываются листки один за другим. У нас некоторые трамваи применяют книжки, другие отрывают билет с катушки. Пересадочные билеты и участковые универсальные билеты должны выпускаться книжками, так как с катушки трудно оторвать билет так, чтобы он полностью сохранил размер. Но единые беспересадочные билеты или участковые разноцветные билеты (на каждый участок особый цвет) и вообще билеты, на которых единственной контрольной отметкой является текущий номер, вполне могут быть сделаны в виде катушек, что существенно удешевляет билет (примерно вдвое). Кондуктора одинаково могут привыкнуть к той и другой форме.

§ 96. Билетопечатные машинки

Производство всех необходимых отметок для пересадочных и участковых билетов представляет собой довольно значительную добавочную нагрузку кондуктора. Механизация этих отметок должна облегчить кондуктору его сложную задачу. В стационарных устройствах — метрополитенах — эта система применяется очень часто с успехом. Так, на берлинском метрополитене все пассажиры получают билет, дающий право на пересадку; на билете указана станция отправления, час дня и день года (вместо месяца и числа) (рис. 210). В течение последних лет ряд трамваев стал применять специальные билетопечатные машинки. Так, в Париже данная машинка отмечает время, маршрут, участок и направление, так что выданный билет служит и участковым и пересадочным. Контроль получается по количеству отрезанной из рулона бумаги, но, кроме того, машинка регистрирует выданный билет, подводит итоги по каждой цене билета и в итоге за всю смену, так что кондуктор отчитывается по показаниям данного механизма. Опыты с такой машинкой делались и в Ливерпуле. Нюрнберг недавно ввел такую машинку, но она печатает не на белой бумаге, как в Париже, а на имеющихся билетах и предназначена для того, чтобы делать отметки, необходимые для пересадочного сообщения. Опыты с машинкой, подобной парижской, делал и Берлин, но от них отказался. Образец пробной берлинской машинки и выпускаемого ею билета показаны на рис. 211 и 212. Подобные машинки для пересадочных билетов применяются в виде опыта и в Америке.

Применение подобных машинок в принципе несомненно целесообразно; вопрос только в том, чтобы получить конструкцию легкую, не обременяющую кондуктора и не подверженную частой порче и износу.

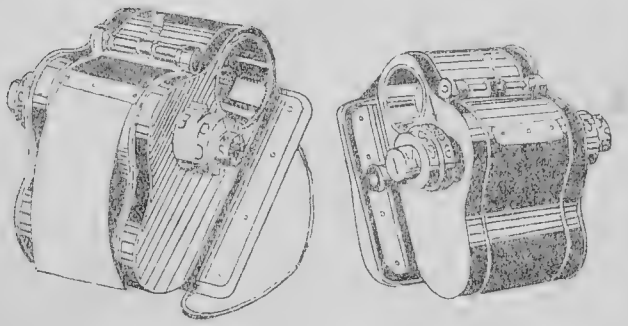


Рис. 211. Билетопечатная машинка.

Рис. 211-а. Билетопечатная машинка в работе.

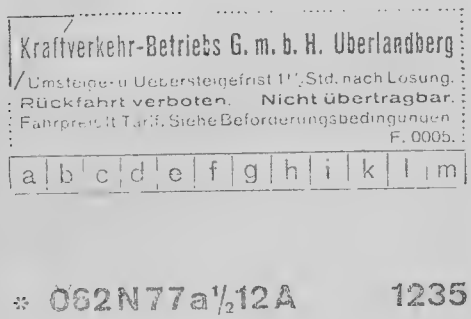


Рис. 212. Билет от билетопечатной машинки.

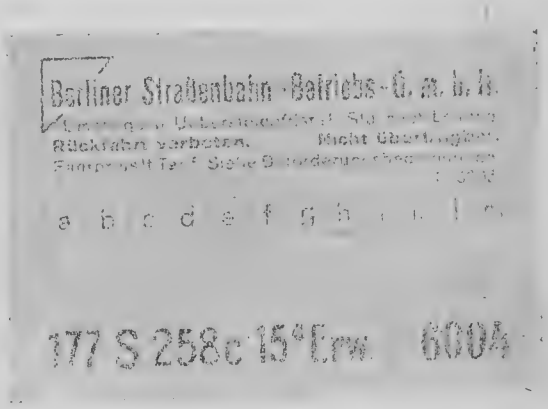


Рис. 212-а. Билет от билетопечатной машинки берлинского трамвая.

Глава 20

ОТЧЕТНОСТЬ КОНДУКТОРОВ

§ 97. Методы ежедневной сдачи денег

Система отчетности кондукторов является прямой функцией системы сбора платы.

При разработке определенной системы, мы должны учесть следующие требования:

1) обеспечение полного сбора платы кондуктором, возможность контроля в вагоне;

2) обеспечение сдачи кондуктором всей вырученной суммы и талонов;

3) обеспечение полного поступления сумм из местных касс в общую кассу предприятия;

4) минимальные расходы по учету выручки;

5) минимальные расходы по подсчету выручки;

6) минимальную затрату времени кондуктором для сдачи выручки.

В некоторых случаях играет роль еще и возможность использования материалов кондукторской отчетности для статистических целей.

При американском методе сбора платы отчетность ведется самим ящиком для сбора платы (fare box), если последний имеет регистрирующее приспособление. По прибытии вагона в парк кондуктор должен сдать выручку, равную записи ящика. При закрытых, нерегистрирующих ящиках, кондуктор сдает взятую из ящика сумму на основании записи внутри ящика. Помимо этого, кондуктор записывает число пассажиров, совершивших проезд за нормальную плату и со скидкой, талонов, пересадочных билетов и т. д. При закрытых, нерегистрирующих ящиках, существует опасность, что парковый агент, открывающий ящик, может не сдать полной выручки.

Сам процесс сдачи денег при помощи ящика довольно длинен, но вполне можно организовать дело так, чтобы присутствия кондуктора не требовалось.

При европейском методе сбора платы, в основу всей отчетности и контроля положен билет. Уже при выдаче правлением билета в кассу парка, билет представляет собой документ, по которому парк отчитывается перед центром. По билетам же кондуктор отчитывается перед парковой кассой. Выданный пассажиру билет превращается в документ на право проезда данного рейса. Использование старых билетов с прошлых рейсов предотвращается записью номеров в листке кондуктора на конечном пункте. Таким образом и пассажир не может по собственному старому билету проехать вторично и кондуктор не может подобрать „стариков" для продажи их пассажирам. Принципиально, таким образом, билетная система гарантирует, что все деньги и талоны, уплаченные пассажиром, попадут в кассу трамвая.

По способу выдачи и сдачи билетов и выручки и по сопровождающим документам и записям различные системы отличаются между собой степенью доверия, оказываемого кондуктору, и затратой времени на приемку выручки и на учет ее.

Система, применявшаяся в Ленинграде с довоенного времени до 1926 г., требовала ежедневной сдачи кондуктором и выручки, и билетов. Для работы на другой день ему выдавалась новая билетная катушка. Сданная билетная катушка оставалась в кассе парка для составления отчета за истекший день в порядке маршрута. По сданному в парке листку в ведомость заносились по каждому тарифному участку, т. е. по каждому сорту билета и каждой катушке, номер билета, оставшегося на катушке при выдаче, то же при сдаче, число проданных билетов и отсюда сумма выручки, подлежащая сдаче. При этом номер билета по сданной катушке сверялся с натурой, после чего катушка могла поступить вновь в обращение. Далее в ведомость заносилась действительно сданная выручка, откуда исчислялся возможный недобор или перебор, и проверялись подсчеты счетчиков билетов и выручки. Операция по сдаче денег и листка была расчленена на две части. Пришедший кондуктор сперва сдавал билетному счетчику билеты и листок. Счетчик производил на листке необходимые расчеты, с которыми кондуктор шел к денежному кассиру и сдавал выручку. Листок на следующий день выдавался лишь после сдачи полностью выручки за данный день. Так как подсчет выручки по листку производился в спешке, под давлением кондукторов, торопившихся скорее сдать деньги, то ошибки могли легко вкрасться, и являлась необходимость проверки на следующий день, при составлении дневного отчета по билетам и выручке.

Данный метод, заключая в себе детальную систему взаимной проверке кондуктора, билетной и денежной кассы, требовал и наибольших расходов на получение выручки от кондуктора; расходы состояли из следующих элементов:

1) Подсчет выручки по листку. При наличии семи катушек (4 по 7 коп., 2 по 10 коп., 1 по 15 коп.) этот подсчет по наблюдениям требовал 5—6 мин. Грубо можно считать около 40 сек. на каждый тип билета.

2) Подсчет сдаваемой выручки и сверка с листком. Произведенные в 1926 г. наблюдения показали, что на эту операцию требуется около 1 сек. на каждую монету, дензнак или талон и дополнительно около 40 сек. на листок (общая сверка, подпись, запись в черновик и др.). Средняя величина дензнака определилась около 25 коп., т. е. 4 дензнака на рубль выручки. По этим нормам, при продаже 500 билетов в смену на сумму около

40 р., из коих 150 талонов, а остальные 28 руб. дают 112 знаков, — на каждого кондуктора требовалось в среднем 150 + 112 + 40 = 302 сек. ≅ 5 мин.

3) Присутствие кондуктора при операциях 1-й и 2-й требует такого же расхода времени, а так как зарплата кондуктора и счетчиков примерно одинакова, то при часовом учете стоимость времени кондуктора равна стоимости времени счетчика билетов и денежного кассира.

4) В действительности расходы еще увеличиваются вследствие неравномерности прибытия кондукторов в парк. Так как моменты смены на всех вагонах лишь незначительно разнятся, то кондуктора приходят в парк большими партиями к концу каждой смены, а в перерыве приходят только случайно. Если дать число счетчиков и кассиров из расчета на среднее прибытие кондукторов в кассу, то в моменты больших наплывов получаются большие очереди кондукторов к билетным и кассовым окошкам, так что теряется время, которое предприятие должно оплачивать кондукторам. Обратно, если дать число счетчиков из расчета на удовлетворение кондукторов без очереди в моменты максимального прибытия, то потребуется большая армия счетчиков, которые не могут быть загружены в течение всего дня. Для наиболее выгодного решения этой задачи, нужно составить график прибытия кондукторов в парк на основании расписания или наблюдений, по пяти и десятиминутным периодам, и подобрать число счетчиков и кассиров так, чтобы и кондуктора ожидали недолго, и счетчики были загружены в достаточной мере.

Для последней цели могут быть использованы дополнительные работы, необходимые для сдачи денег, и сведения отчета, а именно:

5) Сортировка денег по достоинству производится каждым кассиром по собранной им выручке и требует приблизительно 60 — 70% времени, необходимого на прием выручки.

6) Составление отчета по каждому типу билета производится в виде сводных ведомостей по маршрутам, достоинству и типу билета и требует около 30 — 40 сек. на каждый тип билета по каждому листку.

7) Составление итогового отчета по парку представляет собой работу несложную, но ответственную.

8) Кроме указанных затрат времени, кондуктор для сдачи денег должен был обязательно вернуться в парк. Для смены 1-й и 2-й (при трехсменной разбивке дня) это означает лишнюю затрату (по Ленинграду) от 15 до 5 минут, в зависимости от расположения сменного пункта по отношению к парку. В среднем, по всем сменам всех вагонов это дает около 6 минут, каковые зачитываются в рабочее время кондуктора.

Если обобщить указанные выше элементы расхода времени, то окажется, что при данной системе тратилось на каждый листок в ленинградских условиях около 30 рабочих минут, независимо от участковой системы, и дополнительно свыше 2 минут на каждый участок.

Помимо этой затраты, составлявшей при ленинградской участковой системе до 10% от рабочего времени кондукторов на вагон, данная система, вследствие сдачи листков, ежедневно, отличалась еще большими неудобствами счетного и контрольного характера. Неоднократно наблюдались случаи, что кондуктора продавали билеты в вагоне не по порядку, а вырывали их из остающейся части катушки и потом сдавали катушку за полную. Кроме того, при сдаче билетов бывали ошибки со стороны счетчика в указании действительного числа билетов, которые потом приходилось исправлять.

Некоторое улучшение представляет собой система отчетности, при которой выданные билеты не возвращаются совершенно, а оставляются кондуктору для продажи на следующий день. Этим избегаются упомянутые злоупотребления; если при указании остатка билетов производилась ошибка, то она не играла роли и не требовала исправления, так как катушка все равно оставалась у кондуктора. Этот метод применяется в большинстве трамваев Германии и был введен в Ленинграде в 1926 г. При этом дневной билетный отчет по парку приходится вести в порядке номеров кондукторов, что представляет значительное удобство. За каждый день по каждому типу билета ведутся следующие колонки: осталось с прошлого дня у кондуктора; добавлено новых

катушек; продано; возвращено и осталось на следующий день. Эти колонки должны балансироваться.

В основном данный метод оставляет все те же элемены расхода времени на отчетность, как и прежний.

Замена участковой системы единым тарифом сама по себе, как видно из приведенных цифр, дает большую экономию. Но затрата времени на возвращение в парк, сдачу денег, прием их и сортировку остается та же как и при участковой системе.

В Ленинграде при данной системе отчетности требовалось предъявление кондуктором своих билетов ежедневно перед сдачей выручки для занесения в листок остатка и подсчета проданных, что производилось счетчиком. При этом получался полный контроль сдачи кондуктором всей вырученной суммы. Та же система применяется и в Кельне.

Отклонение от принципа полного контроля проводится в Берлине и других немецких городах. В них листок кондуктора заполняется им самим и передается непосредственно кассиру, который наличия билетов у кондуктора не проверяет. Этим упрощается счетная работа и получается экономия на счетном персонале и времени кондуктора, так что элемент, зависящий от числа участков, снижается примерно с 2 минут на каждый тип билета до 1 минуты. Зато остается некоторая возможность для кондуктора задерживать часть выручки. Конечно, о полном присвоении не может быть речи, так как кондуктор все равно должен отчитаться в полученных билетах. Кроме того, запись билетов в листке должна соответствовать записи на последнем рейсе, каковая заверяется контролером или другим агентом. Все же кондуктора могут при этом методе кредитовать себя на некоторое время известной суммой.

Если продолжать этот метод логически далее, то можно отказаться и от присутствия кондуктора при сдаче денег и листка. Вместо этого, в Москве с 1928 г. применяется закрытый сейф, куда кондуктора бросают особые мешки со всей выручкой и листком за день. Листок заполняется и подсчеты производятся самим кондуктором. Подсчет денег и составление отчета производятся на другой день в присутствии выборных представителей кондукторов. Таким образом, совершенно отпадает затрата времени кондуктором на сдачу листка и на сдачу денег. Кроме того, отпадают трудности, связанные с неравномерным прибытием кондукторов в парк, так как подсчет производится в их отсутствии, что позволяет использовать полностью труд счетчиков и кассиров. В итоге по сравнению с системой сдачи листков и денег и проверки таковых получается экономия на листок около 8—10 минут независимо от количества участков и около 1 минуты на каждый тип билета.

С другой стороны, данная система сама по себе вызывает ряд осложнений. Отсутствие сдатчика денег при подсчете требует замены его выборными лицами, причем для надежного контроля за работой счетчиков денег требуется примерно один выборный на 4—5 счетчиков, т. е. на каждый листок дополнительно падает 2—3 минуты работы данного выборного контролера, и все же недоразумения в подсчетах неизбежны. Кроме того, при данной системе кондуктор получает листок на следующий день без контроля сдачи выручки за истекшую смену. Правда, на другой день при составлении отчета все недоборы выявляются, и несдавшие полностью выручку могут быть лишены права на работу в дальнейшем. Но все же, вследствие задержек в отчетности, возможны такие случаи, что кондуктор 3, 4 и даже 5 дней не сдает выручки совсем. Таким образом, с данной системой связан и некоторый риск — правда, незначительный.

В итоге все же эта система для больших парков с достаточным выпуском вагонов (не менее 200 листков в день) себя оправдывает. При малом числе кондукторов необходимость особого контроля над работой кассиров может покрыть экономию от подсчета без присутствия кондуктора.

Дальнейший шаг в сторону сокращения непроизводительных затрат времени кондуктора проделан ленинградским трамваем в 1930 г. Вместо сдачи денег в парке, практикуется сдача их на сменных пунктах в особые ящики, установленные в павильонах. Автомобиль центральной кассы собирает всю выручку за каждую смену и свозит в центр, где и производится подсчет

листков и выручки. Таким образом, по сравнению с предыдущей системой экономится время езды кондукторов в парк. Листки на работу могут быть выданы не на один день, а сразу на 3—4 дня вперед, так что возвращаться в парк каждый день кондуктор не должен.

Однако, эта экономия получается довольно дорогой ценой. Поскольку подсчет денег централизован, и листки выдаются на несколько дней вперед, кондуктор имеет еще больше возможностей в течение многих дней присваивать выручку. Сомнения вызывает также охрана большого количества пунктов по городу в павильонах, не приспособленных для такой цели. Между тем, в каждом таком пункте в условиях Ленинграда за смену собирается несколько тысяч рублей. Далее, увеличенные расходы вызывает также сбор денег со всех пунктов, производимый под особой охраной после каждой смены. Если же сбор производить только раз в день, то на пунктах соберутся очень большие суммы, и опасность хищения еще увеличится.

Учитывая преимущества и недостатки данной системы, трудно в настоящий момент сказать, насколько она привьется на практике.

§ 98. Метод авансирования кондуктора

Целый ряд немецких трамваев (Вена, Бохум, Гамбург и др.) подходят к рационализации сдачи выручки совершенно иным путем. Они не освобождают кондуктора от обычного присутствия при всякой сдаче денег, и оставляют место сдачи денег в парке. Но зато на этих трамваях ежедневная сдача денег для кондуктора необязательна. Более того, они не ведут отчетности по ежедневной выручке каждого кондуктора. Каждому поступающему кондуктору выдается билетный аванс по всем типам билетов, которыми он должен торговать в вагоне. Блоки билетов при этом берутся обыкновенно небольшие, по 100 или 200 штук в каждом. Таким образом, в Гамбурге выдаются билеты 6 разных типов, всего на сумму 280 марок (при тарифе 15—25 пф.); в Бохуме, где число типов больше, на 600—800 марок, в Вене при 6 типах на 508 шиллингов (при тарифе в 28 грошей и ниже). Выданные кондуктору блоки билетов с номерами заносятся ему на текущий счет. В дальнейшем он сам ведет все записи и в поездном листке и в текущем счете. Он сам заботится о том, чтобы иметь достаточно билетов и, когда нужно, покупает в парке билеты на следующий день. Билеты продаются только целыми книжками, и всей выручки целиком от кондуктора кассир не получает. Для удобства кондукторов, нежелающих носить с собой выручку домой, каждый из них имеет в парке шкатулку с ключиком.

Контроль наличия денег у кондуктора производится контролерами и линейными агентами, причем сумма стоимости катушек и наличных денег всегда должна равняться выданному авансу. Таким образом этот метод устраняет необходимость возвращаться в парк ежедневно, так как покупку билетов можно производить раз в 2—3—4 дня. По той же причине сокращается необходимость присутствия кондуктора при подсчете выручки, так как это производится также раз в 2—3—4 дня. Помимо того, поскольку от кондуктора принимается только плата в круглых цифрах за целые книжки билетов, кондуктор обычно сдает только крупные деньги, а мелкие оставляет себе на следующий день, чем значительно сокращается время на подсчет и сортировку денег. Наибольшая экономия получается на отчетности, так как совершенно отпадает надобность в ведении счета выручки за каждый день, а вполне достаточно вести счет в целых книжках. Это особенно важно при большом количестве билетов разных видов, и этим объясняется, что данная система, в первую очередь, принята на трамваях, сохранивших участковую систему (Гамбург, Бохум), или имеющих большое число разных скидок с особыми билетами на каждую.

Данная система так же, как и предыдущие, требует известного доверия к кондуктору; однако при помощи контроля можно всегда предотвратить хищения. Зато она свободна от недостатков других систем — недоразумений при подсчете в отсутствие сдавшего, охраны пунктов на линии и т. д. Количество растрат фактически очень мало. Более серьезным недостатком является

то, что постоянно на руках кондукторов гуляет известная часть дневной выручки — по данным Гамбурга 10 — 15%.

Все же полученная экономия, особенно при участковой системе, — больше, чем при каком-либо из описанных методов. Необходимое на листок время должно составить примерно 12 — 15 мин. независимо от числа участков. В Бохуме в парке на 200 вагонов в моменты наибольшего наплыва при большом количестве разных билетных типов работают 3 кассира, которые далеко не загружены.

Данная система успешно вытесняет другие. Так, в Гамбурге ранее применялась система, подобная московской: кондуктора сдавали билеты и выручку в запечатанной сумке в парке, откуда все свозилось в центр. Однако новая система дала значительную экономию и такие удобства, что как управление, так и кондуктора ею очень довольны.

Глава 21

НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ И СТОЛКНОВЕНИЯ

§ 99. Причины и характер несчастных случаев

Борьба с несчастными случаями — один из важнейших вопросов трамвайного движения, которому у нас, к сожалению, уделяется слишком мало внимания.

Жизнь и здоровье человека бесценны, и мы ни в коем случае не можем полностью приравнять ущерб от несчастных случаев к тому или иному виду материальных убытков. Но если даже ограничиться только материальной оценкой человеческой жизни, то убыток от несчастных случаев на наших трамваях определится в несколько миллионов рублей ежегодно. На американских трамваях расходы по возмещению убытков пострадавшим составляют до 10% (например на Beaver Valley Railway — 8%) от всех доходов.

По обстоятельствам, вызвавшим несчастный случай, мы разделяем их обычно на три группы:

1) переход через путь,
2) вход и выход на ходу,
3) прочие обстоятельства.

В последнюю группу входит ряд обстоятельств самого разнообразного характера, например стояние в междупутьи при проходе двух встречных поездов, попадание под вагон при соскакивании с автомобиля, несчастные случаи внутри вагона, самоубийство и др. В Ленинграде за 1929/1930 г. эти три группы примерно равны между собой по количеству.

По характеру повреждений обыкновенно подразделяют несчастные случаи на:

1) смертельные;
2) тяжелые, характеризующиеся инвалидностью пострадавшего или, по крайней мере, длительной потерей трудоспособности;
3) легкие, характеризующиеся легкими повреждениями без утери трудоспособности или с кратковременной ее утерей;
4) без повреждений, если попавший под вагон не потерпел их по счастливой случайности.

В Ленинграде из всех несчастных случаев около 7 — 10% смертельных и 20 — 25% тяжелых. Наоборот, в Берлине только 1% смертельных и небольшой процент тяжелых случаев.

Скорость движения в общем мало влияет на увеличение несчастных случаев. Хотя само по себе возрастание скорости уменьшает возможность во-время затормозить поезд, но зато большая скорость увеличивает бдительность и осторожность как со стороны вожатого, так и со стороны населения. На ленинградском трамвае, при езде на параллельном включении (с 1924 — 1925 гг.), число несчастных случаев, по сравнению с периодом езды на последовательном включении, существенно не увеличилось.

Освещенность пути играет значительную роль. Особенно большое количество несчастных случаев наблюдалось в Ленинграде зимой примерно

от 4 до 6 вечера, когда движение по улицам было велико, а освещение недостаточно.

Общее количество несчастных случаев достигает в Ленинграде приблизительно 20 на миллион вагоно-километров, в Москве примерно столько же, в Берлине в 4—5 раз меньше.

§ 100. Методы борьбы

Борьба с несчастными случаями должна вестись в разных направлениях.

Наиболее действительный метод, результаты которого не преминут сказаться,— метод постоянной, систематической агитации среди населения. Этот метод бьет в основную причину, в корень всего вопроса — в неосторожность населения. Эта работа должна вестись неустанно и упорно. Если первое время не окажется немедленного резкого снижения цифры несчастных случаев, смущаться ни в коем случае не следует. Необходимо продолжать работу, охватывая все круги населения, упорно внедряя в сознание каждого необходимость быть осторожным, глядеть в оба, соблюдать правила движения. Простой и дешевый метод агитации — объявления, плакаты в трамвайных вагонах. Они оказывают влияние, но далеко не всегда. Многие от объявлений отмахиваются и сознательно не читают их. Необходимо итти далее, заставлять себя слушать. Благодарный объект представляют собой школы. Здесь не трудно развернуть лекции, привлекая к этому делу педагогов, раздать всем школьникам листки с агитационным материалом на тему о безопасности, вовлечь в это школьные и пионерские организации. Подавая от времени до времени агитационный материал в разнообразной форме, необходимо постоянно поддерживать интерес к вопросу безопасности, а это служит лучшей гарантией от несчастных случаев.

Труднее апеллировать к сознанию взрослых. Взрослые очень часто не обращают никакого внимания на агитацию за безопасность, и тем более у нас, с укоренившимся безалаберным („на-авось") отношением ко всему, не исключая собственной жизни. Необходимо в первую очередь использовать в целях агитации за безопасность трибуну клубов, рабочие собрания, кино и др. Систематические краткие лекции на собраниях неизбежно производят впечатление. Не следует оставлять без внимания и служащих. Как-раз российская интеллигенция является по сию пору носительницей анархических привычек, какого-то отвращения ко всяким правилам, порядку и аккуратности. Особенно важно обратить внимание этой группы населения на опасности, связанные с трамваем, на необходимость соблюдения правил осторожности в интересах своих и всего общества. Но и неорганизованная часть населения—домохозяйки и др.—должны быть взяты под обстрел такой же агитации, и ни один Жакт не должен остаться без материалов, листков, плакатов, без живого агитслова на общих собраниях.

Характер агитации чрезвычайно важен. Она, прежде всего, не должна быть скучна. Формы же ее крайне разнообразны, как и вообще формы агитации и пропаганды, даже рекламы.

Агитационные выступления по вопросу о безопасности необходимо повторять и разнообразить. Сказанное быстро выветривается из памяти, о нем перестают думать. Необходимо подавать ту же мысль возможно чаще, но каждый раз в иной форме. Хорошие, остроумные формы агитации применяют американские трамваи. Они привлекают к делу безопасности прессу, радио, кино, устраивают конкурсы стихов и лозунгов, оплачивая лучшие премиями, и пускают по городу вагоны, разукрашенные призывами к осторожности. Они также устраивают специальные шествия по городу для агитации на темы безопасности. Путей для агитации всегда много, надо только уметь их разнообразить, не жалея на это средств. Управления американских трамваев, на которых число несчастных случаев с ростом движения трамвайного и уличного крайне возросло и которые каждую жертву оплачивают высокой суммой в 5—10 тысяч долларов, быстро поняли, что доллар, вложенный в агитацию безопасности, дает много долларов экономии. Наши трамваи, к сожалению, слишком мало платят за несчастные случаи и слишком мало думают о борьбе с ними, хотя именно у нас, при сравнительно слабом уличном движении, почти нет оснований для так называемых фатальных случаев (случаев, которые возникли неизбежно и кото-

рых нельзя было предотвратить), а почти все случаи являются следствием небрежного отношения и пострадавшего и трамвайного персонала.

При агитации не следует придумывать особенно много правил безопасности. Основное правило — быть осторожным, думать об угрожающей опасности. Этого одного по существу достаточно. Но следует указать и подчеркнуть наиболее частые случаи и возможности попадания под вагон, из чего и возникают некоторые простые правила:

не перебегать через путь, когда вагон близко;

не входить и не выходить на ходу;

при выходе держаться левой рукой за левый поручень;

переходя путь сзади стоящего вагона, особенное внимание обращать на вагоны встречного направления;

не стоять в междупутьи;

не висеть на подножках и др.

Вторая группа мер относится к воздействию на линейный персонал,— в первую очередь на вожатых и кондукторов. От вожатых в большинстве случаев зависит возможность предотвратить несчастный случай даже при неосторожности пешеходов. Осторожный и хладнокровный вожатый не имеет никаких несчастных случаев в течение многих лет езды по тем же улицам, по которым другие вожатые допускают по нескольку катастроф в год. Внимательный же кондуктор не допустит входа и выхода на ходу. Поэтому и административное воздействие, и методы агитации, и меры поощрения — все должно быть пущено в ход. Насколько и в какой мере — зависит от конкретных обстоятельств времени и места.

Меры административные — выговор или увольнение — могут оказать влияние, только если они бывают поддержаны основной массой рабочих, если последняя одобряет эти меры, сознает их необходимость, а виновник несчастного случая встречает кругом презрение и порицание.

Агитация за безопасность среди вожатых и кондукторов должна и может проводиться с большим успехом. Метод соцсоревнования может и должен быть использован полностью. Парк с парком, смена со сменой, группа с группой, город с городом — такие состязания за минимальное количество несчастных случаев могут вызвать большой интерес рабочих масс. Ударное движение как средство для мобилизации лучшего, что есть в рабочем классе, должно быть направлено на ликвидацию несчастных случаев как одну из важнейших задач трамвая.

Плакаты и диаграммы, освещающие достижения парка, смены или группы в сравнении с достижениями других, систематические доклады, дающие статистический материал и повторяющие основные правила, которые обязан всегда помнить линейный работник, должны применяться и также разнообразиться для достижения психологического эффекта.

Меры поощрения должны, в первую очередь, быть связаны с системой соревнования. Лучший парк или группа могут получить суммы на жилстроительство, клуб, библиотеку, спортучреждения и т. д. Но и отдельные работники не должны быть забыты. Здесь возможны разные приемы. Возможно, например, премировать крупными суммами известное, небольшое количество наилучших работников, совсем не имеющих или имеющих очень мало несчастных случаев. Это создает достаточный авторитет делу пропаганды безопасности, вызывает у многих желание соревноваться с лучшими работниками. Но вожатые и кондуктора, за которыми уже числятся солидные грехи, вряд ли будут втянуты в соревнование таким методом, так как им слишком трудно быстро попасть в первые ряды. Необходимо и этим дать некоторое поощрение, хотя бы в виде небольших сумм за отсутствие несчастных случаев в течение даже короткого срока — квартала и даже месяца. Поэтому наиболее целесообразной представляется система прогрессивной премии. Так, на одном из американских трамваев, за отсутствие несчастных случаев вожатый первый месяц получает премию в доллар, второй месяц—2 и т. д. Первый несчастный случай возвращает его к исходной точке. Можно придумать еще ряд вариаций на ту же тему. Поскольку речь идет об ожидаемом психологическом эффекте, многое здесь зависит от субъективного восприятия. Но основная идея пре-

миальной системы должна быть такова, чтобы открыть возможность получения премии всем вожатым.

Огромную роль играет третья группа мер по борьбе с несчастными случаями: это меры по механизации безопасности, которые или предотвращают самое попадание человека под вагон, или ослабляют последствия этого. Сюда относится ряд мер:

1) Собственное полотно, устраиваемое на улицах достаточной ширины, почти совершенно защищает от возможности попадания человека на путь. Действие этого метода везде велико, количество несчастных случаев после выделения на собственное полотно сокращается в несколько раз.

2) Посадочные площадки на остановках, облегчая и ускоряя посадку и высадку, уменьшают опасность срыва при посадке и высадке, в случае внезапного трогания вагона.

3) Правильное планирование узловых соединений путей, как указано в главе 7, значительно влияет на возможность предотвращения несчастных случаев как при посадке и высадке, так и при переходе через путь.

4) Ограждения для пешеходов, препятствующие переходу через путь по диагонали или в особо опасных пунктах, часто применяются с успехом в Берлине.

Большую пользу приносят также:

5) Указатели мест перехода в виде столбиков со стрелками или раскраска белыми полосами улицы.

6) Сигнализация опасных мест для пешеходов как постоянная, так и зажигающаяся при приближении вагона.

7) Сигнализация одноколейных участков и пересечений для предупреждения возможности столкновений.

8) Сигнализация межвагонная для остановки и трогания поезда из двух или трех вагонов.

(По пп. 6, 7 и 8 см. следующую главу 22).

9) Механическое закрывание всех дверей вожатым или кондуктором, применяемое на большинстве американских, а также на новейших берлинских, кельнских и других вагонах, представляет собой почти полную гарантию от несчастных случаев при посадке и высадке, особенно в связи со следующими добавлениями:

10) Приспособление, не позволяющее трогать вагон с места, пока все двери не закрыты.

11) Поднимающаяся подножка, которая опускается для посадки и высадки только при открытых дверях и не оставляет точки опоры для висящих на подножках и дверях при обычной конструкции подножки.

12) Боковые оградительные щитки или сетки предохраняют от попадания под вагон при посадке и высадке. Действие этих защитных перегородок, однако, далеко не безупречно, и упирается в основную задачу всяких подвагонных защит: если опускать перегородки так низко, чтобы рука или нога человека не могли под нее попасть, т. е. приблизительно до 50—80 *мм* от головки рельсов, то при изношенных бандажах и осадке рессор часто бывают задевания за отдельные выступы мостовой, особенно за отдельные камни во время ремонта мостовой, вследствие чего щитки ломаются. Если же поднять доски щитков примерно до 150 *мм* от головки рельсов, то сами щитки оказываются в безопасности, но опасность попадания человека под вагон почти не устраняется.

13) Междувагонные сетки дают сравнительно хорошую защиту только при достаточно жесткой конструкции. Мягкие пружинные сетки легко вдавливаются человеком, оказавшимся в промежутке между вагонами, и потому мало защищают. Жесткая же конструкция должна быть так рассчитана, чтобы растягиваться и сжиматься на крутых кривых. До сих пор вполне удовлетворительных междувагонных сеток не создано.

14) Лобовые сетки бывают разных конструкций как по расположению, так и по движущей силе, приводящей их в действие. Основной вопрос при этих сетках тот же, что при боковых — невозможность найти подходящую высоту, при которой и сетка бы не повреждалась и человек не мог бы под нее попасть.

Решение возможно только в случае, если сетка обычно подвешена высоко, а падает только в момент несчастного случая. На многих вагонах сетка приводится в движение вожатым посредством педали или сжатого воздуха. Этот метод малонадежен, так как если вожатый по невнимательности допустил несчастный случай, то обычно он опускает сетку слишком поздно, когда жертва уже под вагоном. Наиболее распространенный в последние годы тип в Германии и Америке — сетка автоматическая, с механическим приводом. Сама подхватывающая сетка при этом отодвинута под площадку примерно на 1 *м* от лобовой стенки, под которой висит легкая занавеска. Когда человек, упавший на рельсы, ударяется о последнюю, то она откидывается назад, тем самым освобождая защелку, и тогда падает задняя, подхватывающая сетка, спасая человека от колес вагона. Существует много вариаций этого типа в конструкции лобовой занавески (дерево, легкие стальные прутья, камышевая щетка), защелочного механизма (разные виды пальцев и защелок), соединительных тяг (одна или две тяги, работающие на сжатие или растяжение), задней сетки (деревянные планки, проволока, сетка, резиновые листы и др.), приспособления для обратной постановки сетки после падения (ножная педаль, ручной привод тросом) и др. Трамваи, у которых буфер расположен низко, должны учитывать, что часто жертва убивается буфером сразу при наезде. Поэтому в таких случаях необходимо, чтобы буфер спереди поезда был поднят возможно выше. Это легко устроить при листовой подбуферной рессоре.

Четвертая группа мер по борьбе с несчастными случаями состоит в административном воздействии на население, а именно в штрафах за нарушение правил пользования трамваем. При жестком и последовательном проведении, штрафы дают чувствительный результат. Кампания, проведенная в Ленинграде в 1927 г., дала временное снижение несчастных случаев на 25%. Можно спорить долго и принципиально о целесообразности административных мер, но факты, подобные приведенному, безусловно оправдывают применение и этого метода. Однако, систематическое воспитание населения требует усиленного административного надзора, напряженной работы милиции в течение довольно длительного времени — примерно полугода или даже года. Однако, борьба с нарушениями правил безопасности ведется у нас обычно спорадически, путем кампаний. В течение недели-двух милиция усиливает свою работу, а затем бросает ее, и население опять перестает чувствовать необходимость дисциплины на улице. При таких условиях действие недельной кампании быстро прекращается.

Комбинированное применение всех приведенных методов может во много раз снизить число несчастных случаев, доведя таковые до отдельных единиц. Но для успешного проведения этих мер необходима соответствующая организация. Прежде всего, трамвай должен иметь специального работника по несчастным случаям. Это должен быть не линейный агент и не представитель в суде, а человек, постоянно изучающий причины несчастных случаев и организующий всю борьбу с ними. Требуется работник достаточно высокой квалификации способный вести работу всеми указанными выше методами. На крупных трамваях, для ведения всей работы по агитации и по технической защите, ему в помощь требуется еще несколько человек.

Для организации общественного мнения необходимо стремиться к созданию постоянного местного Совета безопасности. В него должны войти не только представители заинтересованных ведомств (трамвай, инспекция движения), но и общественные организации (секции Совета, профсоюзы и их местные объединения и др.). Этот Совет должен создать контакт между трамваем и широкими массами трудящихся, должен содействовать агитации за безопасность.

Хладнокровное отношение наших трамваев к несчастным случаям объясняется в значительной мере тем, что они сравнительно редко и мало платят пострадавшим. Американских владельцев трамвайных обществ нельзя заподозреть в чрезмерном человеколюбии. Однако, борьбу с несчастными случаями они ведут весьма интенсивно, ибо каждая катастрофа означает для них убыток в несколько тысяч долларов. Необходимо поставить в такое же положение и наши трамваи. За каждый случай, независимо от того, кто виноват трамвай должен выплачивать крупную сумму, не менее нескольких тысяч руб-

лей. Эти суммы, фигурируя в расходном отчете трамвая, будут побуждать к изысканию мер борьбы с несчастными случаями. Но указанные суммы вовсе не всегда и не полностью должны уплачиваться пострадавшим. Потерпевшие по собственной вине не должны получать никакой особой компенсации, кроме социального обеспечения. Остальные же суммы должны итти в особый фонд по борьбе с несчастными случаями и не должны расходоваться на какие-либо другие цели. Этим будет обеспечена материальная база для всех мер борьбы с несчастными случаями. При сокращении числа случаев, сократится и фонд безопасности, что будет служить естественным регулятором расходов.

Глава 22

СИГНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

§ 101. Сигнализация на пересечениях

Сигнальные устройства, применяемые на трамваях, служат в основном делу безопасности, предохраняют от наезда вагона на вагон, на экипажи или на пешеходов, от попадания пассажиров под вагон и содействуют ускорению движения.

В местах, опасных для пешеходов, часто устраиваются сигналы, предупреждающие об угрожающей опасности и призывающие к осторожности. К таким местам относятся, при условии плохой видимости, пересечения трамвайной линии с узкими переулками, на которых трамвай остановки не имеет; места выхода из садов, вдоль которых близко идет трамвай; пересечения трамвая с оживленными улицами, на которых нет остановки и где сигналы служат для предостережения экипажей. В ряде городов экипажи, следующие по трамвайным улицам, не имеют права проезжать мимо известных оживленных остановок, если на них стоит трамвай. И в этом случае может быть устроен сигнал, напоминающий о данном правиле.

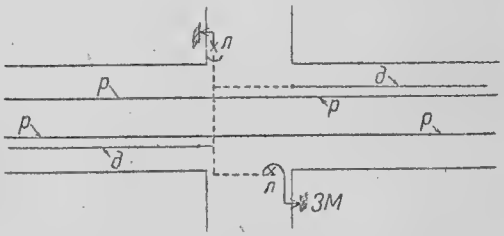


Рис. 213. Сигнал безопасности.

Сигнал может быть устроен в виде доски, освещаемой ночью, с той или иной надписью; или лучше в виде постоянно светящегося диска или светящейся коробки с красным стеклом и лампочками внутри; или, еще лучше, если зажигание лампочек происходит только при приближении вагона, создающего опасность поезда. Учитывая скорость вагона, приходится в последнем случае включить зажигание сигнальных ламп, когда вагон приблизился к опасному месту на расстояние в 100—150 *м*. Достигается это обычно тем, что, параллельно к рабочему проводу и изолированно от него на двойных изолятородержателях, протягивается голый провод, с которым соединены сигнальные лампы. При проходе вагона дуга замыкает цепь: контактный провод — добавочный провод — сигнальные лампы — земля. Добавочный провод может быть или того же сечения, что рабочий, т. е. довольно жесткий, или же тонкого сечения (6—8 *кв. мм*). И в том и в другом случае замыкание происходит не сплошное, свет ламп несколько мигает, что с точки зрения обращения внимания пешеходов и экипажей только полезно. При двухколейном пути сигнал должен зажигаться от вагонов, находящихся на обоих путях (рис. 213).

При пересечении трамвая с трамваем в узлах обычно сигналов не нужно. Если остановка вагонов находится перед входом в узел, как это и требуется правилами безопасности, то каждый вожатый перед троганием видит все остальные поезда. Для пропуска вагонов в этом случае действуют определенные правила. Так, на ленинградском трамвае всегда в первую очередь проходит маршрут с наименьшим номером. Это правило оставляет вопрос воле случайности и совершенно не считается с целесообразностью. Гораздо более

целесообразно было бы в каждом перекрестке выделить направление наиболее важное и ему дать предпочтение. Но в больших городах при наличии на каждом маршруте многих подобных пересечений вожатому трудно было бы запомнить, какое направление имеет предпочтение на каждом из них. Наиболее распространенным правилом является так называемое правило правой руки (Москва, Берлин, Вена): при наличии на перекрестке двух вагонов проходит тот, который стоит с правой руки от второго. Это правило удобно тем, что каждый вожатый при трогании с места должен оглядываться только направо. Зато в местах пересечения с густым движением, где часто собираются одновременно вагоны на трех или четырех концах перекрестка, при данном правиле одновременно будет проходить через узел только по одному поезду, что сокращает пропускную способность. Поэтому в узлах крупного значения лучше остановиться на правиле, согласно которому одна пара направлений имеет преимущество перед другими, а именно направление наиболее опасное с точки зрения пропускной способности.

В узлах особо крупных, если пропускная способность достигла предела, вызывая длительные задержки и хвосты вагонов, необходимо максимально использовать пропускную способность, в частности—пропуская по два встречных поезда и ориентируясь на происходящую посадку и высадку. В таких случаях требуется регулирующая воля человека. Умелый сигналист может значительно повысить пропускную способность узла и сократить задержки вагонов. Исчисленный выше элемент времени (глава 7) $\frac{\tau^{12}}{2 \cdot \tau}$ всецело зависит от личных качеств регулирующего сигналиста. Поэтому в особо перегруженных узлах необходим сигналист. Однако доисторический флажок на больших узлах служит источником массовых недоразумений и должен быть заменен электрической сигнализацией, которая может дать сигналы вполне отчетливо, недвусмысленно и приводится в движение тем же сигналистом.

Применяемая во многих городах Западной Европы автоматическая сигнализация на особо оживленных перекрестках, служащая для регулирования всего движения, трамвайного и прочего, невыгодна, неудобна трамваю, лишая его преимущественнного права проезда. Во многих случаях трамваю приходится из-за общей системы сигнализации даже отказываться от использования имеющихся на площади кривых, как например на знаменитом Potsdamerplatz в Берлине. Учитывая значение трамвая как важнейшего массового средства сообщения, следует в подобных случаях не трамвай подчинять сигнализации общей, а все прочее движение — трамвайной, управляемой трамвайным сигналистом.

Во всяком случае необходима сигнализация ручная (не автоматизация), причем регулирующий агент должен быть достаточно проинструктирован по вопросам трамвайного движения. На простых пересечениях (крест без кривых) система сигналов может обойтись применением красного (запрещающего) и зеленого (разрешающего) света. Когда красный свет горит на два встречных направления, зеленый горит на два поперечных, и обратно. Для чисто трамвайного движения этого достаточно. Но если тот же сигнал служит и для прочих экипажей, то при появлении зеленого сигнала ожидающие у перекреста экипажи могут тронуться немедленно и наехать на экипажи поперечного направления, не успевшие уйти с площади. Поэтому при перемене сигнала для широких перекрестков, образующих известную площадь, необходимо примерно в течение 5 секунд держать красный сигнал на все направления или желтый сигнал, при котором ехать также нельзя.

В более сложных узлах (крест с одной или несколькими кривыми) такой простой зависимости сигналов недостаточно. Здесь приходится давать сигналы на каждое направление отдельно. Полезно в этих случаях разрешающий зеленый сигнал сделать направленным, т. е. дать отдельный зеленый сигнал при разрешении движения направо, отдельный налево и отдельный прямо. При этом, во-первых, предупреждаются ошибки, так как вожатый, которому нужно ехать например налево, не поедет, если зеленый сигнал горит на прямое направление. Кроме того, при этом можно создать блокировку сигналов так, чтобы наезд поезда на поезд был исключен. Так например при кресте с тремя кривыми (рис. 214) имеем на двух радиусах по 3 зеленых сигнала, на двух—по 2,

итого 10 сигналов, которые должны быть связаны между собой согласно схеме (табл. 38), где знак „—“ означает, что данные 2 сигнала несовместимы, а „+“ означает совместимость.

Таблица 38

Схема блокировки сигналов к рис. 214

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	×	—	—	+	+	+	+	—	+	—
2	—	×	—	—	—	—	+	—	+	—
3	—	—	×	+	—	—	—	+	+	—
4	+	—	+	×	—	—	+	+	+	—
5	+	—	—	—	×	—	—	—	+	+
6	+	—	—	—	—	×	—	—	—	—
7	+	+	—	+	—	—	×	—	—	—
8	—	—	+	+	—	—	—	×	+	—
9	+	+	+	+	+	—	—	+	×	—
10	—	—	—	+	+	—	—	—	—	×

Автоматические сигналы, зажигаемые самими вагонами, при наличии остановок перед узлом и достаточной видимости, не только излишни, но и вредны приучая вожатого к механическому восприятию сигналов, безотносительно к действительно происходящему движению. Но бывают случаи при запутанном устройстве узла, когда вагоны, друг другу опасные, не видят друг друга

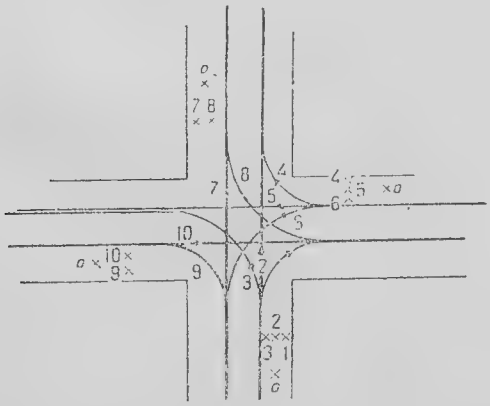


Рис. 214. Схема сигналов для креста с 3-мя кривыми.

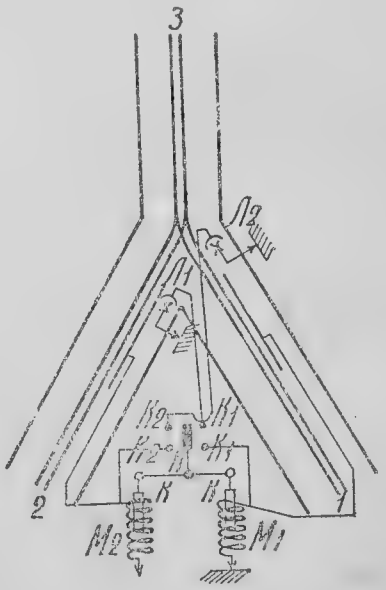


Рис. 215. Схема сигналов для вагонов, друг друга не видящих.

с остановки. В этом случае необходимо одному направлению дать преимущество так, чтобы, при появлении данного вагона на остановке, поперечному зажегся красный сигнал. Было бы недопустимо сигнализировать от каждого вагона другому, так как при этом оба не тронулись бы с места. Можно при-

способить систему реле так, что сигнал зажигается тому, кто позже пришел на остановку, например, согласно схеме 215. Когда вагон справа (из 1) пришел на остановку, он бугелем замыкает ток в магните M_1, который втягивает сердечник и переводит коромысло K вправо; при этом резче контакты K_1K_1 замыкает ток через лампу $Л_1$, дающую сигнал вагону, подходящему из направления *2*. Когда последний подходит, его дуга подает ток через M_2, но, при наличии тока в M_1, последний не в состоянии перевести коромысло. Когда вагон из направления *1* уйдет, магнит M_2 перетягивает, через K_2K_2 загорается $Л_2$, и теперь подошедший из направления *1* вагон не может перевести коромысло, пока вагон из направления *2* не уйдет. Однако, подобная система нецелесообразна, сложна и лучше отдать предпочтение одному направлению. Вагон, пришедший на остановку из направления *1* при этом без реле, всегда зажигает лампу $Л_1$, светящую вагону из направления *2*. Вагон направления *1* приходит в первую очередь, вагон же направления *2* должен обращать внимание на сигнал.

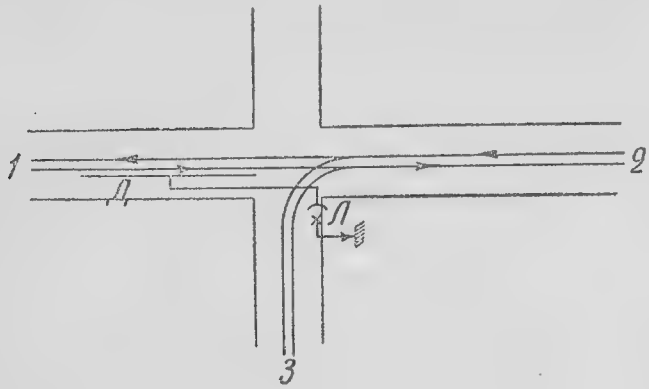


Рис. 216. Сигналы для левого ответвления.

Необходимость сигнализации возникает, если вагоны все или частично проходят узел без остановки перед пересечением. И в этом случае задача решается простым бугельным контактом, если одному направлению дать преимущество перед другим. Так, например, при левом ответвлении (рис. 216) направления *1—2*, *2—1* и *2—3* друг друга видят и не опасны; опасно только пересечение *1—2* и *3—2*; для предупреждения протягивают параллельно проводу один добавочный провод, от которого идет ток через лампу *Л*. При правом ответвлении (рис. 217) опасны пересечения *1—2* с *3—1* и *2—1* с *3—1*; поэтому даем сигнал для вагона, идущего от направления 3, при приближении вагонов из *1* или *2*. Удобно давать преимущество прямому направлению, заставив ждать в случае надобности вагоны из кривой. Если часть вагонов имеет остановку, а часть не имеет, то предпочтение нужно дать проходящим безостановочно. В некоторых случаях может оказаться, что вагон из направления *1* или *2* находится еще далеко, но уже дает сигнал; вагон из направления *3* находится близко, но, получив сигнал, останавливается и должен долго ждать поперечного направления. Поэтому в некоторых случаях, особенно при кресте, можно применить систему с реле (рис. 218), дающую предпочтение тому, кто раньше пришел на перекресток. Способ действия подобен рис. 215. Подобные сигнализации на узлах применяются в Лейпциге, где в центре города очень узкие улицы и пересечения происходят без остановок.

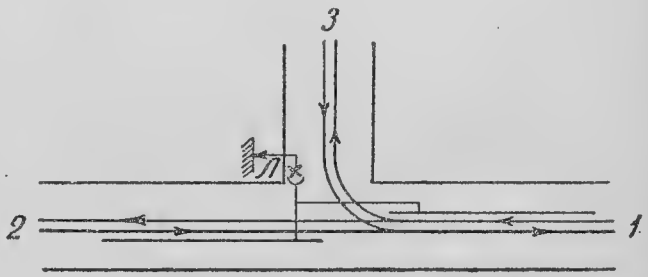


Рис. 217. Сигналы для правого ответвления.

§ 102. Сигнализация одноколейных участков

Сигнализация одноколейных участков имеет целью защитить от опасности столкновения на перегоне со встречными или спереди идущими поездами.

Простейшая система движения по одноколейным участкам — при помощи жезла, дающего право на проезд одноколейного перегона и передаваемого вожатыми из рук в руки. Эта система достаточно надежна, если не считать случаев заведомо противозаконной езды. Тем не менее, этот порядок имеет существенные неудобства. Вагон, покидающий одноколейный участок, выходящий на двухколейный путь, часто не находит встречного и не знает, кому передать жезл. Еще важнее то, что при расстройстве движения на каком-либо перегоне одноколейной линии, немедленно останавливается полностью движение всей линии, хотя по существу движение частично могло бы продолжаться. По статистическим данным ленинградского трамвая процент невыполнения рейсов против расписания на одноколейных маршрутах в 3—4 раза больше, чем на остальных.

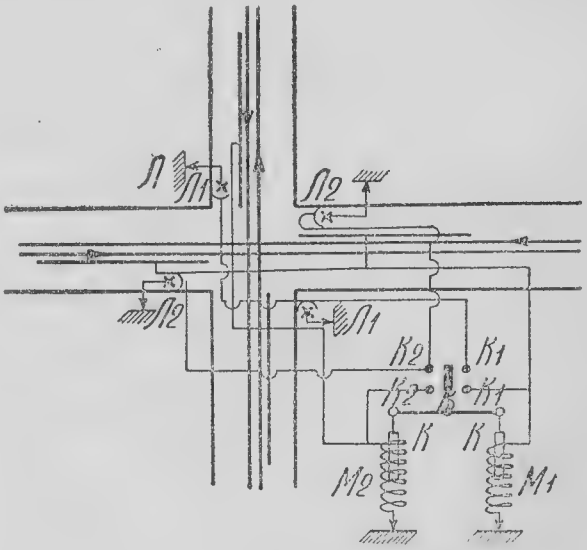


Рис. 218. Сигналы для креста с автоматическим реле.

Движение может продолжаться, если жезловую систему заменить системой сигнализации, при которой вожатый может знать, занят ли одноколейный участок или свободен. В последнем случае, выждав положенное время, вожатый может въехать на участок, но при этом должен дать сигнал как последующему поезду в том же направлении, так и встречному на следующем разъезде Сигналы эти могут приводиться в движение въезжающим вожатым или кондуктором, или же они производятся автоматически дугой токоприемника. Кроме того, различают по функции две системы сигнализации: 1) простую, или ненаправленную при которой сигнал для встречного вагона такой же, как и для последующего; в этом случае, когда сигнал показывает, что участок занят, нельзя знать, движется ли поезд против нас или от нас, и 2) двойную или направленную, когда поезд, вошедший на одноколейный участок, сзади себя оставляет другой сигнал, чем тот, который подается встречному. Обычно сигналы подаются лампами, причем и тут возможны разные комбинации:

1) красный свет означает, что участок занят; отсутствие света, что свободен;

Рис. 219. Простая ненаправленная сигнализация в Берлине для одноколейного участка.

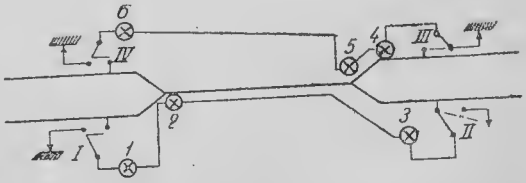


Рис. 220. Двойная направленная сигнализация в Берлине.

2) зеленый свет означает — участок свободен, отсутствие света — занят;

3) при занятом участке красный свет, при свободном — зеленый.

Первый способ недостаточно надежен, так как при порче лампы вожатый считает, что путь свободен, и может произойти столкновение. Лучше всего третий способ, при котором отсутствие обоих сигналов означает порчу лампы.

В Берлине сигнализация одноколейных участков приводится в движение не автоматически, а последним кондуктором поезда, который на разъезде

перед отправлением поезда на одноколейный участок поворачивает выключатель на столбе. Первоначально в Берлине применялась система простая, примерно согласно рис. 219. Вагон, въехавший справа, ставит правый выключатель в показанное положение и зажигает лампы. При этом на данном разъезде зажигается один сигнал для следующих поездов и один контрольный, видимый вожатому при самом въезде на одноколейный путь. При выезде кондуктор выключает ток помощью выключателя, устроенного на конце участка. Ток в любом положении включается и выключается с любого конца.

Однако, эта простая ненаправленная система имеет тот недостаток, что вожатый, видящий красный сигнал, не знает, идет ли поезд от него или на него. В случае длительного горения красного сигнала, вожатый при наличии поезда в том же направлении, может рискнуть осторожно поехать на помощь; при поезде встречном это уже слишком опасно. Кроме того, при данной схеме может случиться, что кондуктора с обоих концов в ту же секунду переключат выключатели, и тогда возможны недоразумения. Поэтому в настоящее время в Берлине существует система двойная, для каждого направления отдельно. При въезде вагона слева кондуктор выключателем зажигает лампу (рис. 220):

1) желтую сигнальную *1* для последующих поездов;

2) зеленую контрольную *2* для своего вожатого;

3) красную сигнальную *3* для встречных поездов на противоположном разъезде.

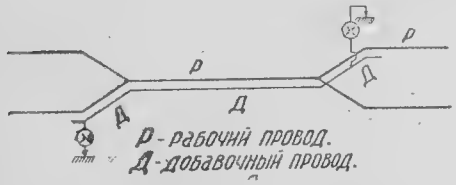


Рис. 221. Автоматическая ненаправленная сигнализация с протяжкой добавочного провода вдоль всего участка.

Приехав на последний, кондуктор выключателем II гасит все лампы. Кондуктор поезда, едущего справа, выключателем III зажигает лампы *4*, *5* и *6*. Таким образом, вожатый, приехав на левый разъезд должен обращать внимание на обе лампы *1* и *6*. Если горит желтая, то это означает, что путь занят поездом в том же направлении; если красная *6*— встречным. При одновременном зажигании с обеих сторон оба кондуктора это ясно видят и в Берлине установлено правило, что первенство имеет поезд, едущий с окраины в город.

Автоматическая сигнализация простейшей конструкции может быть устроена протяжкой добавочного провода на всей длине участка (рис. 221). Это устройство несколько дорого и не абсолютно надежно, так как вагон, ставший на остановке посредине участка, может случайно дать плохой контакт дугой, и тогда вагон может с любого конца въехать в занятый участок. Кроме того, эта система имеет недостатки ненаправленной сигнализации.

Направленная автоматическая сигнализация, действующая при помощи реле и имеющая красные или желтые лампы для запрещения езды и зеленые разрешающие, показана на рис. 222. Вагон, въезжающий слева, после направления с остановки, другой замыкает ток через добавочный провод *g*, магнитную катушку *M* и сопротивление *R* в землю. Магнит втягивает сердечник и этим замыкает контакт *K*, благодаря чему происходит самозапирание реле *M*, и ток продолжает итти через *K*, *M*, *R* в землю и тогда, когда дуга вагона уже сойдет с добавочного провода. Лампы *1* и *4* при этом коротко замкнуты, а желтая группа ламп *2* и красные лампы *3* горят. При выходе из одноколейного участка дуга вагона замыкает ток через g_1 и *R* в землю, шунтируя магнит *M*. Контакт *K* разрывается, и, когда дуга сходит с провода *g*, контакт остается разомкнутым. В этом положении ток проходит через лампы *1* и *4* и далее через *2* и *3*. Сопротивления этих ламп подобраны так, что при этом сравнительно малые лампы *1* и *4* горят полным светом, а красная *3* и желтая *2* не горят совсем. Это примерно достигается тем, что группы *1* и *4* имеют последовательно включенными по 2 лампы по 220 вольт и 20 ватт, а группы *2* и *3*— по 3 лампы 220 вольт и 50 ватт. Для вагонов, едущих справа, устроена еще одна такая же группа (на чертеже показана сверху рабочего провода, обозначена штрихом). Эта система несколько дорога (имея на каждый участок 2 реле, 4 провода, 8 групп ламп и 2 сопротивления).

Существует еще много разных вариаций, отличающихся по функции, по правилам пользования, по схеме и конструкции. Переход от жезла к сигнализации, во всяком случае, окупается довольно быстро улучшением работы одноколейного участка.

§ 103. Межвагонная сигнализация

Сигнальные устройства между вагонами и внутри вагона от кондукторов к вожатому представляет собой задачу еще более важную. Для одиночек более или менее удовлетворительным решением является механический звонок. Его недостаток — возникающая во многих случаях неясность в понимании поданного знака (если вагон остановится, например, в середине пути). Кроме того, при трогании вагона звон излишне раздражает и публику, стоящую на передней площадке, и самого вожатого, а потому лучше было бы его заменить сигналом беззвучным. Но по своей простоте для одиночек этот сигнал лучше всех. При двойных же, а тем более при трехвагонных составах, передача сигналов через все три вагона к вожатому очень затруднительна.

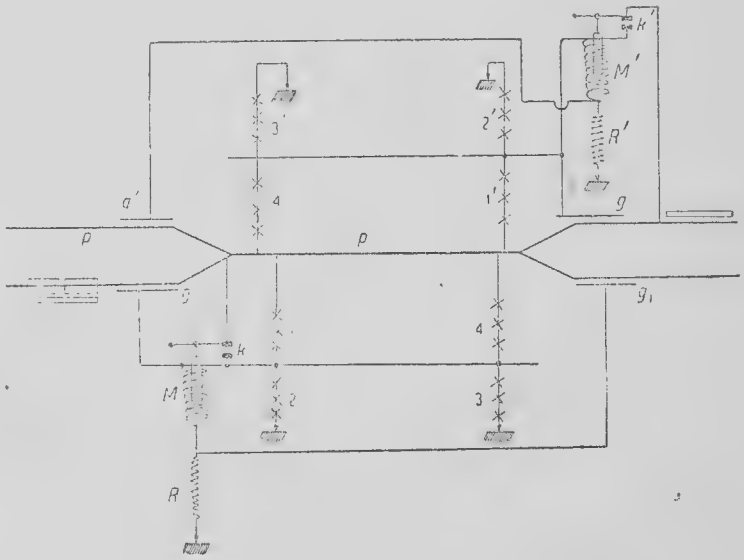


Рис. 222. Автоматическая направленная сигнализация для одноколейного участка.

В Вене кондуктор каждого вагона дает особый звуковой сигнал: кондуктор моторного вагона — звонок, первого прицепного — рожок, второго прицепного — свисток; последние два (для этой цели выходят из вагона или высовываются на ходу для экстренной остановки).

При наблюдающихся у нас переполнениях вагонов такой способ явно невыполним. Существующий в Ленинграде метод, при котором каждый кондуктор дает звонок на переднюю площадку своего вагона, а кондуктор следующего вагона должен слышать этот звонок и передать сигнал дальше, также крайне неудобен. В зимнее время при закрытых дверях, сигнал внутри вагона почти не слышен. Более удобна московская система, при которой сигнальная веревка проходит из прицепного на площадку моторного вагона. Однако, и она имеет тот основной недостаток, что последующая передача сигналов требует нескольких секунд, уменьшая скорость и пропускную способность. В ленинградских условиях, при трехвагонных составах, кондуктора в большинстве случаев дают звонок, не дожидаясь сигнала последующего вагона, и не одну жертву несчастных случаев следует приписывать именно этой системе.

В Западной Европе, где трехвагонные составы пользуются широким распространением, уже давно разрабатываются разные системы сигнализации электрической, при которой каждый кондуктор дает сигнал независимо от остальных, а вожатый получает сигналы вполне четкие. Основные требования, которые следует выставить по отношению к каждой такой системе, заключаются в следующем:

1) должны существовать четко отличимые знаки для пуска в ход поезда, для остановки экстренной и для остановки по требованию;

2) сигнал для пуска в ход должен быть таков, чтобы вожатый тронул поезд с места только тогда, когда все кондуктора дали сигнал;

3) по сигналу для остановки вожатый должен остановить поезд по знаку любого кондуктора;

4) кондуктор, дающий сигнал, должен иметь возможность проверить, что сигнал действительно дан.

Кроме того, желательно, чтобы сигнал для пуска в ход не был звуковым. Зато сигнал для экстренной остановки обязательно должен быть звуковым, так как иначе вожатый может случайно отвернуться и не заметить сигнала.

По способу взаимных сношений между кондукторами и вожатым проще всех так называемая система цюрихская (рис. 223). При ней вожатый сам не производит никаких переключений, а только принимает сигналы от кондукторов. У вожатого три лампы, по одной на каждого кондуктора. Перед каждой остановкой, обязательной или по требованию, все кондуктора зажигают свои контрольные лампы, включая выключатели, и тем самым зажигают лампы у вожатого. Когда вагон готов к отправке, кондуктор выключает свою лампу и этим тушит сигнальную лампу у вожатого. Вожатый трогает с места, когда все лампы потухли. Для остановки по требованию из какого-либо вагона, кондуктор включает свою лампу, для остановки экстренной—производит многократное включение и выключение.

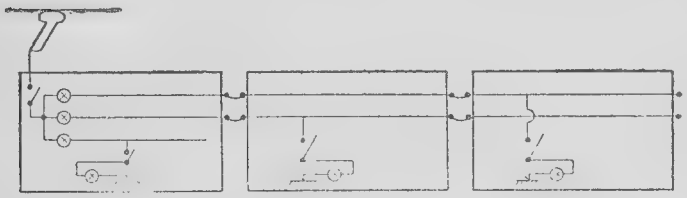


Рис. 223. Межвагонная сигнализация. Схема цюрихская.

Система эта вполне четка, но требует трех ламп у вожатого, двух продольных проводов через поезд, а главное, она неизбежно вызывает затруднения, если какой-либо кондуктор забудет дать сигнал. Трудно думать, чтобы кондуктор забыл дать сигнал отправления, так как при этом вагон будет стоять и напоминать этим ему о необходимости дать сигнал. Но весьма легко забыть дать сигнал остановки, и в этом случае поезд будет двигаться без учета сигнала из данного вагона, что может вызвать недоразумения и даже несчастные случаи.

Более целесообразны системы, при которых перед каждой остановкой вожатый зажигает красные лампы у себя и во всем поезде, кондуктора же для пуска в ход их тушат, причем вожатый может тронуться только тогда, когда все кондуктора потушили свои лампы. Для остановки же поезда в пути кондуктор зажигает красную лампу свою и у вожатого. Такова система кельнская, в принципе показанная на рис. 224, использующая электромагнитные реле. Перед началом движения вожатый нажимает включатель B и пускает ток через магниты M_1 M_2 и M_3, которые включают самозапирающиеся механически (при помощи пружин F_1, F_2, F_3) выключатели b_1, b_2, b_3. При этом загораются и все три контрольные лампы у кондукторов и две сигнальные у вожатого. В качестве сигнала к пуску в ход каждый кондуктор выключает, запирая на защелку, свой выключатель, туша свою контрольную лампу. Сигнальная лампа M тухнет, когда дает знак кондуктор моторного вагона, $Л_2$ при подаче сигнала из одного прицепного вагона только слегка слабеет и тухнет после сигнала из второго прицепного. Для остановки поезда достаточно сигнала из любого прицепного вагона.

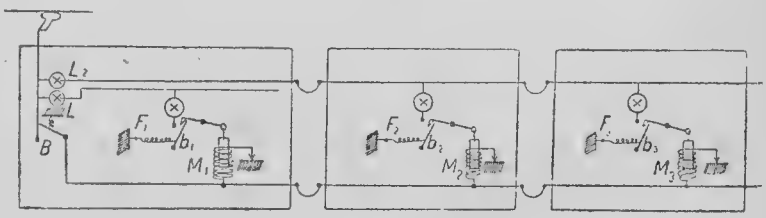


Рис. 224. Межвагонная сигнализация с применением реле. Схема кельнская.

Недостаток этой системы: магнитные реле и два провода через весь поезд. Первого недостатка избегает система Броун-Бовери (рис. 225). Через весь поезд

проходят два сигнальных провода. Вожатый может включить переключатель *п* на верхний или нижний провод; каждый кондуктор может то же сделать со своим контрольно-сигнальным прибором. Перед остановкой вожатый приводит систему в положение, указанное на чертеже. Ток проходит через сигнальные электромагниты кондукторов C_1, C_2, C_3 и у них появляются красные флажки. При этом шунтирована зеленая лампа $Л_2$ и горит красная $Л_1$. Перед началом движения каждый кондуктор передвигает свой переключатель, тем самым лишая тока свой электромагнит. Но так как сопротивление последних мало, то продолжает гореть $Л_1$ и не горит $Л_2$, пока не выключились все три выключателя. Тогда ток проходит последовательно через $Л_1$ и $Л_2$. Но так как $Л_2$ горит при гораздо меньшем токе и имеет большее сопротивление, чем $Л_1$, то $Л_1$ не горит, а горит только зеленая $Л_2$. Подойдя к следующей остановке, вожатый переключается на нижний провод, опять зажигая лампу $Л_1$ и поднимая флажки у кондукторов.

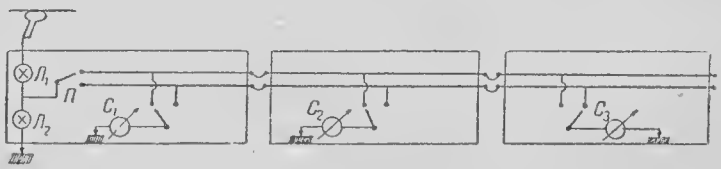


Рис. 225. Межвагонная сигнализация. Схема Броун-Бовери.

Преимущество данной системы заключается, помимо отсутствия реле, в наличии двух ламп. Недостатки — наличие двух проводов через поезд и необходимость иметь флажки вместо ламп у кондукторов (с лампами эта схема выполнима только при двух вагонах, так как обыкновенные лампы гаснут при напряжении, равном половине нормального).

Система с одним проводом предложена автором (советский патент № 16726). При ней у вожатого, как в Кельне, две красные лампы $Л_1$ для моторного и $Л_2$ для обоих прицепных вагонов. Через весь поезд идет только один сигнальный провод *СГ*, но, кроме того, используется осветительный провод *СВ*, который всегда под напряжением. Перед остановкой вожатый ставит двойной переключатель $П_o$, скажем, вверх (рис. 226), зажигая свои две лампы $Л_1$, $Л_2$ и три контрольных $Л'_1$, $Л'_2$ и $Л'_3$. Кондуктора перед началом движения переключают с осветительного провода на землю; кондуктор моторного вагона этим переключением гасит $Л'_1$ и $Л_1$; лампа $Л_2$ гаснет только после переключения $Л'_2$ и $Л'_3$. Вожатый трогает и одновременно включает выключатель $В_1$. Если теперь какой-либо кондуктор переключает свой выключатель, то не только загорится одна из ламп $Л_1$ и $Л_2$, но и зазвонит звонок *ЗВ*, — это есть знак остановки. В случае же нормальной остановки вожатый выклю-

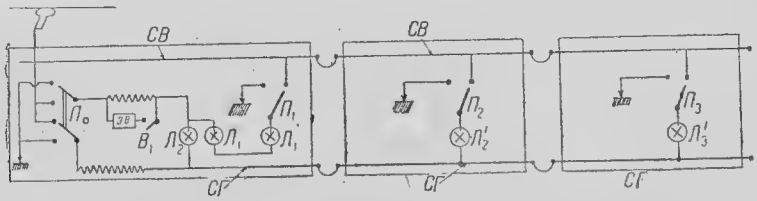


Рис. 226. Межвагонная сигнализация. Схема автора, с одним сигнальным проводом.

чает $В_1$, ставит $П_o$—вниз и опять зажигает все лампы, причем теперь для пуска вагона в ход кондуктора должны ставить свои переключатели с земли на провод *СВ*. Преимущества данной системы: один провод через поезд, совершенно четкие сигналы, отсутствие каких-либо электромагнитных приборов; световой сигнал для пуска в ход и звуковой для остановки.

Расположение механизмов переключателей или выключателей у кондукторов должно быть таково, чтобы кондуктор мог с любого места в вагоне дать сигнал. Для этого служит или сквозной вал (под крышей вагона), на котором

в разных местах насажены рычажки для поворота, или сигнальная веревка, приводящая в движение трещоточный механизм.

У вожатого сигнальные лампы обыкновенно расположены слева за контроллером.

Расходы по устройству электрической сигнализации составляют примерно 50 руб. на вагон и для трамваев, применяющих двух- и трехвагонные составы, окупаются в короткий срок ускорением движения и уменьшением числа несчастных случаев.

Глава 23

ПЕРЕВОД СТРЕЛОК

§ 104. Ручной перевод

В Западной Европе и Америке перевод стрелок преимущественно производится ручным способом, кондуктором или вожатым, которые для этой цели часто должны выходить из вагона. В других городах, например в Берлине, вожатый для перевода стрелки открывает правое лобовое окно в вагоне, которое для этой цели сделано задвижным. Спереди вагона на крюке висит довольно длинный ломик, которым вожатый и переводит стрелку. Этот способ представляет ряд неудобств. Он требует обязательной остановки вагона перед каждой стрелкой, тогда как посадочные площадки для пассажиров часто не находятся перед самой стрелкой, что вызывает и уменьшение скорости и дополнительный расход энергии. От вожатого требуется большая точность в остановке вагона, иначе он ломиком не попадет в стрелку. При очень густом движении остановка вагона может вызвать задержку следующих сзади поездов. Для вожатого такой способ перевода, повторяемый при нормальном стрелочном коэфициенте примерно каждые 10 минут, довольно неудобен.

Работа особых стрелочников применяется за границей очень редко. В СССР, за исключением Ленинграда, это до сих пор был наиболее распространенный метод. Только чрезвычайная наша отсталость и пренебрежение к вопросам производительности труда могли привести к тому, что у нас так долго сохранялся столь варварский метод. При семичасовом рабочем дне и необходимости обслуживать стрелку 20 часов в сутки или 7 300 часов в год на пост требуются 4 оплаченных работника. При заработке в 70 руб. в месяц и 30% на соцстрах и прозодежду имеем в год расход на пост около 4 400 р. На Ленинградском трамвае в 1928—1929 гг. расход составил около 450 тысяч руб., на московском в 1931 г. — около миллиона руб. Количество стрелочников на трамваях СССР в настоящее время достигает 2 тысяч, из коих большая доля падает на Москву.

Автоматические стрелки, переводимые вожатым электромагнитным путем на ходу вагона, получили широкое распространение в Зап. Европе за последние годы. В Берлине их было в 1930 г. 80 штук, и ими решено было оборудовать всю сеть. В Вене $^2/_3$ всех стрелок (около 60 штук) еще в 1928 г. были автоматические. Из советских городов Ленинград в настоящее время почти полностью переоборудовал свою сеть. Москва, в свою очередь, срочно проводит программу переустройства.

§ 105. Автоматический перевод

Существует бесконечное количество схем и патентов, осуществляющих этот автоматический перевод стрелок. Практическое осуществление получают за границей только те конструкции (и их тоже большое разнообразие), при которых вагон не требует никаких переделок, никаких добавочных устройств, и перевод стрелки осуществляется только ручкой контроллера во время прохождения особого добавочного провода, подвешенного к рабочему проводу за 15—30 *м* до стрелки.

По способу действия и по тому основному правилу, которому должен следовать вожатый, аппараты, применяемые в Зап. Европе, делятся на две группы. При устройстве первой группы, если вожатый при проезде добавоч-

ного провода держит контроллер выключенным, то стрелка остается в том положении, в каком лежала. Если же вожатый проезжает добавочный провод со включенным контроллером, то стрелка из своего положения переводится в обратное, т. е. из правого в левое или из левого в правое. Таким образом, правило для вожатого такое: „Если надо перевести стрелку — проезжать под током, если не надо — без тока".

При другой группе устройств при прохождении добавочного провода под током стрелка всегда ставится в одну сторону, а без тока — в другую. Можно, например, устроить это так, что при прохождении под током стрелка будет ставиться всегда направо, если же проехать без тока, то стрелка станет налево, независимо от ее положения до подхода вагона. Иногда при прохождении под током стрелка ставится впрямую, а без тока вкривую.

При устройствах первой группы вожатый, подъезжая к стрелке, должен внимательно следить за ее положением, чтобы знать, как проезжать добавочный провод. Это заставляет ночью хорошо освещать стрелку или же соединять с переводным механизмом сигнальный фонарь, состоящий из двух равных частей, в каждой из которых особая цепь ламп. При положении стрелки направо горит одна цепь, и на фонаре освещается изображенная на нем стрелка направо; при положении влево—горит другая цепь ламп.

При устройствах второй группы вожатый должен действовать только сообразно своему маршруту. Если ему надо налево, он едет без тока, не глядя на стрелку. Только подъехав к самой стрелке, он должен проверить, действительно ли она стоит в нужном положении, и хорошо ли прилегает язык.

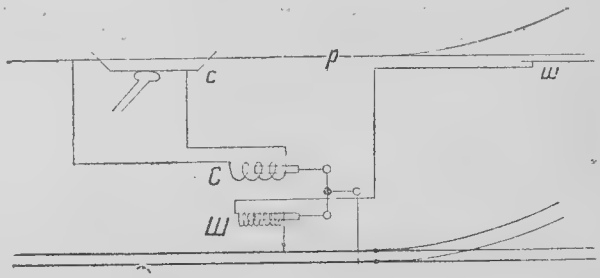


Рис. 227. Схема автоматической стрелки. Сериесный провод до стрелки, шунтовой после стрелки.

Одно время в Германии считали, что правило первой группы заставляет вожатого быть более внимательным, и это уменьшает возможность неправильной езды. Последнее время, наоборот, переходят все более ко второй группе (Берлин, Дюссельдорф, Бохум, Ленинград), как более спокойной для вожатого.

Что же касается двух вышеотмеченных разновидностей этого правила (вправо и влево или впрямую и вкривую), то в тех местах, где путь упирается в поперечную улицу, и имеется одна кривая вправо, другая влево, с путейской точки зрения сами стрелки обычно имеют прямое и кривое направление, но для вожатого эта тонкость была бы трудно объяснимой. Кроме того есть стрелки двоякой кривизны. В виду этого лучше то правило, согласно которому добавочный провод проезжается под током для проезда вагона вправо, и обратно. Это правило совершенно однозначно. В тех местах, например, где от прямого пути имеется ответвление вправо, прямое направление очевидно означает движение влево по сравнению с правым ответвлением.

При этом правиле переводное устройство имеет для непосредственного перевода стрелки всегда два электромагнита — один переводит стрелку в одну сторону, другой — в другую. Но схемы включения и тем самым способ действия (при сохранении того же правила для вожатых) могут быть разные.

Первая схема (рис. 227) содержит два отдельных добавочных провода: один до стрелки, другой — после стрелки. Первый провод *с* устроен рядом с рабочим проводом *р* (чаще бывают два провода с обеих сторон рабочего провода) и опускается ниже рабочего провода, так что бугель при проезде под этим проводом отгибается вниз и перестает касаться рабочего провода. Второй добавочный провод *ш* после стрелки подвешен в одном уровне с рабочим, так что бугель касается обоих проводов одновременно. Первый провод именуем сериесным, второй — шунтовым.

Переводный механизм состоит из двух электромагнитов: один сериесный, с катушкой толстого провода *С*, включенной между проводами *р*

и *с*, другой шунтовой *ш* с катушкой тонкого провода *Ш*, включенный между шунтовым проводом и землей.

Способ действия этой схемы следующий. Вожатый, желающий проехать по стрелке вправо, должен проехать под первым добавочным проводом под током. В тот момент, когда бугель проходит под этим проводом, ток в вагон может поступить из рабочего провода только по пути *р — С — с* и отсюда в бугель, т. е. через катушку электромагнита *С*. При этом электромагнит втягивает сердечник и переводит язык стрелки влево, т. е. для прохода вагона вправо.

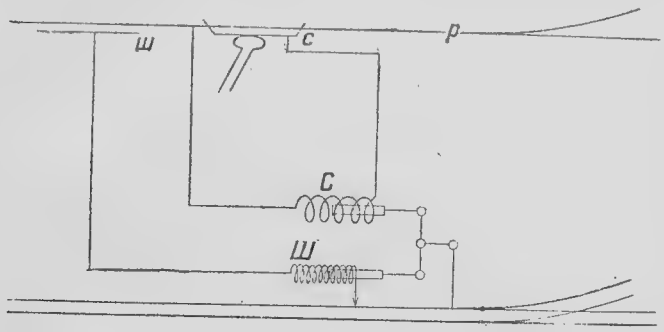


Рис. 228. Схема автоматической стрелки. Шунтовой провод до сериесного.

Уходя со стрелки, вагон бугелем касается второго добавочного провода *ш*, и, независимо от воли вожатого и включения контроллера, замыкается цепь *р — ш — Ш — з* через шунтовую катушку *Ш* в землю. Электромагнит *Ш* этим самым переводит стрелку влево, т. е. возвращает ее в прежнее положение. Левое положение, таким образом, является нормальным положением стрелки при данной схеме, и вагон, прошедший вправо, сам собой переводит стрелку обратно в левое положение. Если вагон, подойдя к стрелке, хочет проехать влево, то он проезжает первый добавочный провод без тока, и тогда катушка *С* не работает, стрелка остается на месте, и вагон проезжает в левом положении.

Данная схема имеет ряд недостатков. Второй добавочный провод установлен на расстоянии не менее 35 *м* от стрелки, и после прохода поезда вправо следующий поезд должен ждать очень долго, пока передний вагон не уйдет с добавочного провода.

Наконец, попытка разместить подобную схему не на одиночных ответвлениях, а в узлах, оказывается часто невыполнимой.

Вторая схема — без реле — получается, если второй добавочный (шунтовой) провод поставить до сериесного (рис. 228). Способ действия получается следующий. Вагон, проезжающий без тока, минуя добавочный шунтовой провод *ш*, дает ток в шунтовую катушку *Ш* и ставит стрелку влево. При проходе сериесного провода, в виду отсутствия тока в вагоне, сериесная катушка не работает, и стрелка остается в положении влево. При проходе же вагона под током стрелка сперва ставится влево катушкой *Ш*, но затем, при проходе провода *С*, ток идет от *С* через катушку *С* и провод *с* в бугель; тогда вагон и стрелка ставятся вправо.

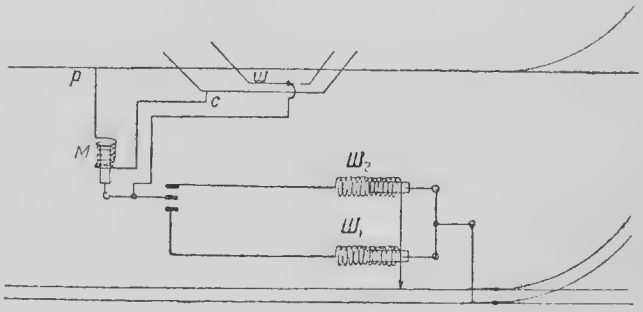


Рис. 229. Схема автоматической стрелки с объединенной подвеской и реле.

Из многочисленных принятых за границей схем с применением реле приведем одну из наиболее простых (рис. 229). Обе катушки, переводящие электромагнит,— шунтовые (т. е. работают от рабочего провода на землю независимо от вагонного тока) — $Ш_1$ и $Ш_2$. Реле состоит из небольшого электромагнита *М*, установленного на столбе. Сердечник электромагнита соединен с переключателем. В обычном положении сердечник электромагнита собственным весом и пружиной отжимается вниз, и тогда ток через переключатель из рабочего про-

вода идет в катушку $Ш_2$, ставящую стрелку влево. Но когда через реле проходит ток вагона, сердечник втягивается, затем выключатель переключается на другое положение, после чего работает катушка $Ш_1$.

Справа и слева от рабочего провода имеются в одном месте и сериесный и шунтовый провода, но работающая часть шунтового провода короче сериесного и опущена также вниз, рядом, на уровне последнего. Действие происходит следующим образом:

При проходе вагона без тока бугель, подойдя к проводу *с* и потеряв контакт с рабочим проводом, не принимает тока, и потому катушка реле не работает. Когда далее бугель касается одновременно и *с* и *ш*, то ток идет от *р* через реле в *с*, далее в *ш*, отсюда через переключатель в $Ш_2$, и стрелка ставится влево. (При этом надо учесть, что ток, который берется из рабочего провода шунтовой катушкой, не настолько велик, чтобы втянуть сердечник реле.) Если же вагон проходит под *с* под током, то втягивается сердечник реле, переключается контакт на шунтовую катушку $Ш_1$, и при дальнейшем прохождении вагона под *ш* эта катушка ставит стрелку вправо.

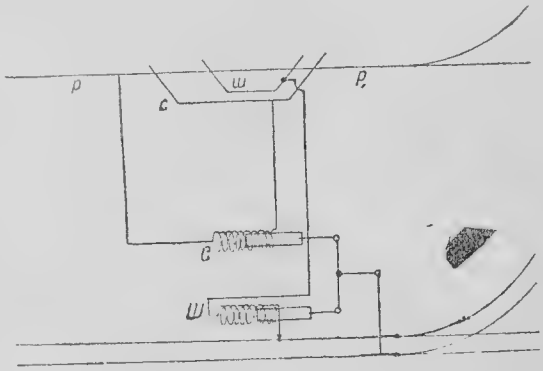


Рис. 230. Схема автоматической стрелки по системе автора. Объединенная подвеска без реле.

Из двух последних схем первая имеет тот недостаток, что устройство на добавочном проводе и длиннее (так как состоит из двух отдельных систем), и сложнее, и дороже. Далее, при первой схеме получается известная особенность действия. Если вслед за вагоном, пришедшим вправо, следующий вагон тоже пойдет вправо, то стрелка при проходе бугеля под *ш* сперва станет влево, а затем, при проходе провода *с*, язык щелкает опять на старое положение. Эта довольно безобидная, правда, странность иногда приводит к недоразумениям.

Автором была изобретена новая схема (рис. 230), которая не имеет недостатков схемы № 2 и функционирует без реле. Устройство на рабочем проводе такое же, как в схеме № 3 (с реле), а из переводных электромагнитов один сериесный, другой шунтовый. Получается как бы схема № 1 или № 2, но сериесный и шунтовый провода поставлены не последовательно, а рядом. Способ действия таков:

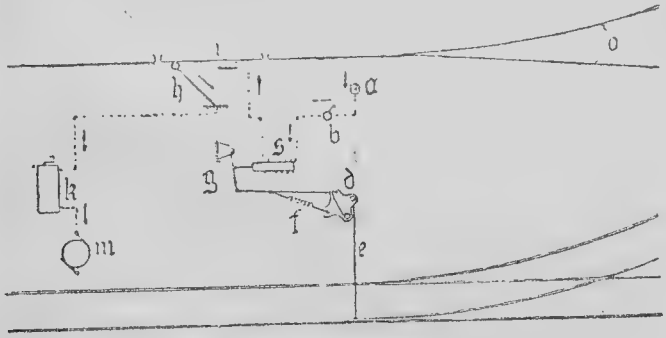


Рис. 231. Схема автоматичестой стрелки под током любого положения.

Когда вагон въезжает под провод *с* под током, то катушка *С* переводит стрелку направо. Когда при дальнейшем прохождении бугель касается провода *ш*, то ток идет как через катушку *С*, так и через *Ш*. Расчет электромагнитов таков, что даже при минимальном токе в моторах (12—13 ампер) шунтовая катушка не может перетянуть языка против сериесной, и стрелка остается в положении направо. Если, наоборот, вагон идет без тока, то при касании провода *с* ничего не происходит, а при касании провода *ш* работает шунтовая катушка и переводит стрелку влево.

Таким образом, эта схема имеет простую и короткую подвеску добавочных проводов, не производит тех излишних щелканий языка, которые наблю-

даются при схеме № 2, и в то же время устраняется реле со всей сложностью ухода за ним.

Пример схемы, при которой правило для вожатого „перевести стрелку — под током, не перевести — без тока“, показан на рис. 231. Здесь шунтового провода нет, есть только сериесный *i*. Если вожатый проходит его со включенным контроллером *K*, то ток проходит от рабочего провода *o* по цепи *a* и *в* через электромагнит *S*, провод *i*, бугель *h*, контроллер *K* и моторы не в землю. Магнит *s* втягивает сердечник, а при помощи рычага *g* и качающегося механизма *d* стрелка переводится. В следующий раз при проходе под током тот же механизм переводит ее обратно. Пружина *f* удерживает качающийся механизм в одном из крайних положений.

Как указано, количество схем, применяемых в Зап. Европе и Америке, очень велико.

Конструкция переводных механизмов бывает подземная или надземная. В первом случае электромагниты более защищены от сырости и воды, иногда

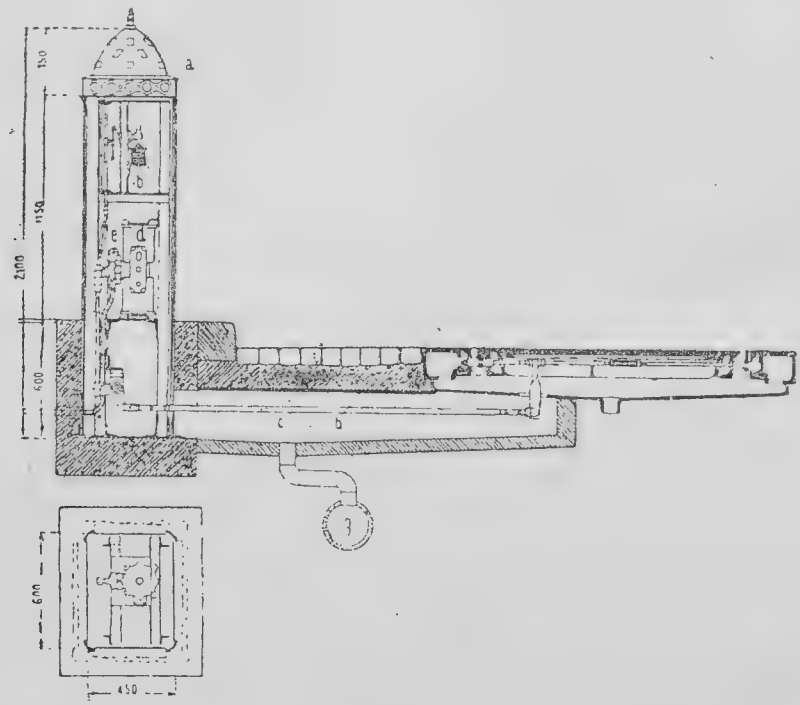


Рис. 232. Надземное устройство электромагнитов для автоматической стрелки.

затопляющей всю коробку стрелки, но зато существует большая опасность промерзания рычагов, а устройство обходится дороже (фиг. 232). За последние годы изоляция стрелок делается, однако, столь надежной, что преобладающей является подземная конструкция (рис. 233). Последняя применена в Берлине, Гамбурге и в Ленинграде при очень неблагоприятных почвенных и климатических условиях, и результаты вполне удовлетворительны. При узком междопутьи надземная конструкция должна помещаться на тротуаре, и тяга для перевода стрелок должна пройти в канале, под мостовой, что очень неудобно.

Правила пользования автоматической стрелкой для вожатого очень просты:

1) При проезде направо — проезжай под током; налево—без тока.

2) Не оставляй вагон под добавочным проводом, во избежание повреждения шунтовой катушки. Если случайно вагон застрянет и его нельзя сдвинуть с места, то вожатый должен оттянуть бугель.

3) Проезжай добавочный провод с замедленной скоростью. Это необходимо потому, что иначе не успеет работать шунтовой электромагнит, который имеет большую самоиндукцию, так что требуется известное время для достижения того минимального тока, который способен преодолеть сопротивле-

ния замыкателя и трение механизма. Но и после достижения этого тока, в виду значительной массы сердечников и языка стрелки, требуется некоторое время на развитие необходимой кинетической энергии. Всего, по ориентировочным расчетам, для перевода стрелки шунтовой катушкой требуется 0,2—0,3 сек., а так как длина контактной части шпунтового провода всего около 1 *м* (длина всего добавочного провода около 3 *м* между концевыми держателями), то стрелка переводится, как подтверждает опыт, только при скорости не более, чем 15—18 *км* в час.

4) Не въезжай в добавочный провод, пока на стрелке вагон. Это правило касается вопроса, наиболее чреватого последствиями. Если на стрелке поезд проходит влево, и в это время вожатый следующего поезда проедет под током, то он этим переведет стрелку вправо под уходящим поездом. Иногда при этом передний полускат вагона уходит влево, задний—вправо, и тогда неизбежен сход с рельсов. Иногда же стрелка переводится между двумя вагонами, так что моторный вагон уходит влево, прицепной вправо

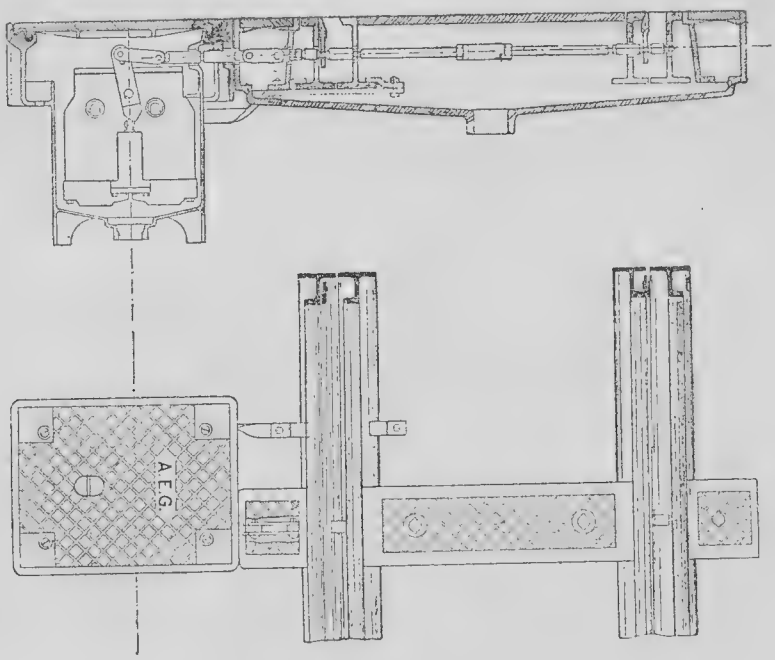


Рис. 233. Подземное устройство автоматической стрелки.

и тогда бывает или разрыв сцепных приборов или сход. Поэтому при введении автоматических стрелок требуется хорошо проинструктировать вожатых в этом отношении.

За границей руководящие фирмы AEG, SSW запантентовали ряд схем, обеспечивающих невозможность схода с рельс от неосторожной езды сзади следующего поезда. Но эти схемы очень сложны, требуют устройства нескольких добавочных проводов и сложных реле и мало употребительны.

Несмотря на громадную экономию, получаемую от введения автоматических стрелок, простоту и надежность их устройства, все же в их применении приходится допускать известные ограничения (особенно в условиях движения больших городов), связанные с трудностями организации движения.

1) Мы уже выше указали на вопрос о сходах с рельс, вызываемых небрежной ездой вожатых. Правда, систематическим инструктированием можно довести число сходов до минимума; в Гамбурге, например, при 24 автоматических стрелках бывает примерно 1 сход в месяц. Но в связи с опасностью схода с рельс, вагон должен, во всяком случае, выждать у добавочного провода, пока передний поезд весь не уйдет со стрелки. Пока движение на данном участке невелико, этот вопрос не играет роли.

Но в тех случаях, когда мы приближаемся к пределу пропускной способности, автоматическая стрелка может значительно ухудшить положение. Если остановка вагона находится непосредственно перед стрелкой, то добавочный провод приходится отодвинуть назад от стрелки приблизительно на 20 *м*; в интересах удобной подвески, его помещают часто на ближайшем к стрелке столбе, что составляет даже 30—35 *м*. Мы выше (в главе 6) определили, что с того времени, как первый поезд, стоящий на остановке тронулся, до того времени, как следующий, стоящий в хвосте, займет его место, проходит около 15 секунд. Но при наличии добавочного провода это время возрастет на 8—10 секунд, и на столько же увеличится минимальный интервал между поездами. Поэтому там, где пропускная способность уже использована на 60—80% и более и где вследствие этого образуются хвосты вагонов, установка добавочных проводок до стрелки весьма нежелательна. В некоторых случаях удачное решение получается, если отодвинуть остановку от стрелки назад на 20—15 *м* и поставить добавочный провод в промежутке, так что вожатый переводит стрелку не при подходе к остановке, а трогаясь от нее. Но во многих случаях в узлах и такое решение означает некоторое уменьшение пропускной способности из-за увеличения расстояния от остановки до узла.

2) Применение автоматических стрелок технически исключено там, где имеются две стрелки одна за другой для двух ответвлений (вправо и влево), так что получается возможность езды вправо, прямо и влево. Если обе стрелки расположены, как обычно бывает, в упор или на расстоянии менее 20 *м*, то поставить между ними еще один надежно работающий добавочный провод невозможно, и потому вожатый не может, подъезжая к стрелкам, поставить обе стрелки правильно.

3) Автоматический перевод стрелки вожатым может оказаться опасным, если стрелка лежит на крутом спуске. Здесь есть опасение, что если вожатый, вместо того чтобы тормозить, пройдет хотя бы несколько метров под током, он может так разогнать вагон, что потом и не затормозить во время. Опыта в этом направлении пока нет, а только опыт сможет сказать, разрешима ли данная задача.

4) Последнее и немаловажное затруднение, связанное со введением автоматических стрелок, это вопрос о сигналисте. При наличии стрелочников на узлах, обычно один из них исполняет также обязанности сигналиста, регулируя движение.

В крупных узлах в настоящее время толковый сигналист принимает все меры, чтобы возможно скорее пропустить поезда, учитывая замечаемые им хвосты, длительность посадки и высадки, интервалы между поездами и проч. При отсутствии регулирующего воздействия, пропуск вагонов через эти узлы ухудшится.

Исходя из указанных обстоятельств, приходится во всех подобных узлах устанавливать не автоматические, стрелки, а стрелки с электрическим централизованным управлением.

§ 106. Централизованный перевод

Этот способ управления стрелками дороже автоматических по текущим расходам, так как требует агента для управления и подачи сигналов, но дает большую безопасность и ускоряет пропуск поездов. Экономически он вряд ли оправдывается в малых узлах (2—3 стрелки), но при большем числе стрелок, управляемых одним человеком, стоимость устройства вполне оправдывается. Механизмы для перевода стрелок в этом случае применяются или в виде моторов (Москва) или электромагнитные, одинаковые с автоматическими (Ленинград, Вена). В последнем случае, если использовать трамвайный ток, требуются аппараты в виде контроллеров. В простых узлах на каждую стрелку имеется направление вправо и влево. В сложных узлах с двойными стрелками, где из каждого направления можно ехать направо, прямо и влево, целесообразно ставить одной ручкой обе стрелки, имея на управляющем приборе не два, а три рабочих положения. Перевод стрелок в этих случаях связывается механически с сигнализацией, так что зеленый сигнал зажигается одновременно с переводом стрелки.

Образцовое устройство подобного рода функционирует в Ленинграде (на углу проспекта Карла Либкнехта и улицы Розы Люксембург), где уложен крест со всеми четырьмя кривыми и восемь стрелок. Все они управляются из одной будки, четырьмя ручками, по одной на каждое направление. Переводные контроллеры блокированы между собой, так что наезд исключен. Единственная опасность, возможная при данном устройстве, это пуск поезда стрелочником-сигналистом через стрелку и перевод ее обратно, до выхода поезда полностью из стрелки. Такие случаи бывали в первое время после установки подобных устройств, но когда персонал свыкся с работой, подобные ошибки больше не повторялись.

Устройство автоматических стрелок во всех случаях оправдывается очень быстро, по сравнению с расходами по содержанию стрелочника. Для одиночной стрелки, как исчислено выше, содержание стрелочника составляет около 4 400 руб. в год. Автоматическая стрелка, в зависимости от типа, обходится в наших условиях 1 500 — 2 000 руб. При ее установке годовые расходы на очистку, ремонт и содержание равны около 600—800 руб., так что затраты покрываются в 5—6 месяцев. В треугольнике, если обслуживание без автоматических стрелок возможно двумя людьми, введение автоматических стрелок окупится только в течение года. Но если этот треугольник, по указанным выше соображениям, нельзя оборудовать автоматическими стрелками, а необходимо их заменить централизованными, то с учетом амортизации, ремонта, очистки и других расходов, получается лишь незначительная экономия, так что в этих случаях пока нет стимула для отказа от ручного перевода.

Глава 24

ПРИЕМ И ОБУЧЕНИЕ РАБОЧИХ

§ 107. Психотехнические испытания

Для основной массы рабочих трамвая, т. е. кондукторов и вожатых не требуется высокой квалификации. Но все же работа вожатого проходит в особенно трудных условиях. Постоянное напряжение, вызываемое управлением вагоном при густом уличном движении, влияет на нервы и часто дает резкие потрясения. Кроме того, от вожатого требуется умение разобраться в довольно трудной задаче управления током. Вожатому доверяется вагон, жизнь пассажиров и прохожих, от его работы в значительной мере зависит расход энергии и износ вагона. Значительно меньше требований предъявляется к кондуктору, но и эта работа в достаточной мере влияет на нервы работника. Поэтому далеко не всякий физически здоровый человек годится для работы кондуктора, а тем более вожатого. Для этого требуется наличие определенных психических предпосылок, определенных врожденных черт характера. Прежде всего, для работы вожатого необходимы крепкие нервы, хладнокровие и способность не теряться при том или ином происшествии. Эти качества позволяют в минуту опасности действовать решительно и спокойно. Вожатый должен по натуре своей быть внимательным к порученному ему делу. Люди, постоянно отвлекающие свое внимание в сторону, будут теряться и на улице. Вожатый должен иметь достаточный запас внимания — он должен уметь одновременно не выпускать из поля зрения ряд предметов. Он должен иметь достаточно развитой интеллект. Для правильного управления вагоном он должен ясно представлять себе устройство и функцию, анатомию и физиологию всех частей вагона, что невозможно без достаточного умственного развития. В случае экстренной опасности, он должен суметь быстро затормозить вагон, что требует быстроты нервной реакции, которая является врожденной психо-физиологической чертой. С точки зрения физического здоровья вожатый должен быть в состоянии длительно работать на воздухе, длительно находиться в стоячем положении; он должен достаточно хорошо видеть, хорошо различать цвета (маршрутные сигналы, сигналы безопасности) и иметь четкий слух.

Требования, предъявляемые к кондуктору, меньше. Он должен иметь крепкие нервы, не волноваться при спорах с публикой, и быть достаточно развитым, чтобы справиться с денежной отчетностью.

Если для испытания пригодности кондуктора можно при приеме ограничиться теми материалами, которые дают его документы и кратким легким разговором для выяснения интеллектуального развития кандидата, то для вожатого такой способ приема недостаточен. Поэтому в течение последнего десятилетия к данной категории работников все чаще применяется психотехнический метод подбора. Не имея возможности проверить кандидата немедленно на работе, психотехника старается создать психическую модель будущей работы, модель довольно искусственную, но в которой проверяются отдельные черты характера особыми испытаниями. Этот метод в течение последних лет применяется в Берлине, Париже, Москве, Ленинграде и других городах, которые создали для указанной цели специальные психотехнические лаборатории. Так, в Берлине, всякий вновь поступающий вожатый подвергается, помимо врачебного осмотра, еще испытаниям в психотехнической лаборатории. Сперва испытывают остроту зрения общепринятыми знаками Ш. Т, Е, причем испытуемый при установленной шкале на расстоянии 5 *м* должен читать не менее 5 строчек сверху. Для испытания способности различать цвета, испытуемому дают выделять кружочки разного цвета на пестром фоне, а также буквы разных цветов на фоне другого цвета. Слух испытывается телефоном, в котором электрическим путем производится звук с постепенно затухающей интенсивностью; испытуемый должен сказать, когда он перестает его слышать. Для испытания слуха производят также шум в разных углах комнаты, и испытуемый должен указать направление, откуда идет шум. Для проверки силы испытуемый должен поднять груз и при этом сжать пружину 10 раз. Требуется также с вытянутыми вперед руками растянуть динамометр на 10 *кг*. Для испытания твердости руки, нужно водить палочку между двумя направляющими так, чтобы не касаться их: при касании получается звонок. Для испытания сообразительности требуется, например, сложить квадрат из разных фигур, указать различия между предметами и пр. Внимание подвергается следующему испытанию: из массы появляющихся в темноте разноцветных сигналов испытуемый должен считать только красные и только желтые. Кроме того, производится испытание внимания и быстроты реакции одновременно. В темноте испытуемый стоит у перил, держа обеими руками две ручки. Небольшого поворота этих ручек достаточно, чтобы затормозить падение двух стержней. В то же время внимание отвлечено разными цветными сигналами, светящимися буквами, причем красные сигналы, появляющиеся в разных углах комнаты, надо считать. Раздаются звонки, гудки, затем внезапно пол падает под ногами, потом неожиданно падают стержни. Отмечается, как скоро удалось затормозить. Берлинский трамвай придает довольно большое значение этим испытаниям.

Примерно такой же характер носят испытания в ленинградской лаборатории. Так, например, внимание проверяется следующим образом: при помощи особого прибора перед испытуемым ровно на 1 сек. зажигается определенная комбинация лампочек 3 цветов, и испытуемый должен сказать, сколько было лампочек каждого цвета. Испытания повторяют, доводя общее число одновременно зажигаемых лампочек до 10. Общее развитие проверяется письменными упражнениями, где испытуемый, например, должен на каждое слово быстро найти слово с противоположным значением и др. Из большого количества написанных знаков он должен в течение известного времени выбрать и зачеркнуть один определенный; проверяется, сколько знаков он успел зачеркнуть и нет ли пропусков и ошибок. Для испытания быстроты реакции испытуемого ставят за контроллер и тормозную ручку, пускают вместо вагона широкую полосу и потом неожиданно пускают шар наперерез пути; испытуемый должен успеть затормозить полосу ручкой, избегая наезда на шар.

Несомненно, искусственность этих и многих подобных испытаний, необычность обстановки и волнение кандидата могут, естественно, привести к тому, что и хороший вожатый растеряется и окажется не на требуемой высоте. Неоднократно такие случаи наблюдались при проверке психотехнического метода на старых вожатых.

Ленинград перед введением психотехнического метода произвел проверку его, послав на испытание 100 вожатых. Результаты испытаний по каждому пункту отмечались баллами, и в итоге каждому испытуемому выво-

дился балл по пятибалльной системе. С другой стороны, местная и центральная администрации на основании личного впечатления и карточки испытуемого, куда заносятся все происшествия, ставила ему отметку на-глаз. Наконец, на основании той же карточки был, при помощи определенных условных правил, исчислен определенный балл статистически. Результаты двух последних оценок сходились довольно хорошо. Когда же эти баллы сравнены были с баллами по оценке психотехнической лаборатории, то оказались все же такие случаи, что имевший пять по одной оценке, имел единицу по другой. Все же можно было вывести в итоге определенную корреляцию. Статистически исчисленный коэфициент корреляции был далек от предела — единицы, но все же (в зависимости от метода подсчета) достигал 0,40 — 0,80. Подобная же проверка, проведенная в Париже (однако не по пятибалльной системе, а по двум категориям—годен и не годен) дала коэфициент корреляции 0,80. Эти испытания показывают, что психотехнический метод в настоящем его виде далеко еще не совершенен и не гарантирует, от ошибок в ту и другую сторону, но все же дает известные указания, в большинстве случаев правильные. Берлин на основании психотехнических и врачебных испытаний бракует обычно 20—25% вновь поступающих вожатых.

Значение этих испытаний при условии удачной оценки заключается, прежде всего в том, что они уменьшают количество бракуемых во время обучения и первых опытных дней работы, и тем самым сокращают расходы по обучению, которые довольно велики.

Некоторые трамваи требуют от поступающих вожатых значительной физической силы. Если это имело смысл в прежние годы, при преобладании ручного тормоза, то в настоящее время, когда основным тормозом является воздушный или электрический, такое требование излишне. Точко также излишне требовать от вожатого большого роста. Но все же при обычных размерах контролеров лица малого роста попадают в неудобное положение при управлении ручкой и должны быть исключены. Вожатые малого роста часто не могут достать рукой ручку автомата, что может привести к несчастью. Необходимо требовать рост не ниже 165—168 *см.* Не следует исключать близоруких, если близорукость не велика и не связана с уменьшением остроты зрения. Близорукие, конечно должны носить очки. Особо стоит вопрос о вожатых-женщинах. По опыту ленинградского трамвая можно сказать, что в среднем, женщины отличаются несколько большей добросовестностью и более осторожной ездой, но в момент несчастного случая слишком часто теряются, теряют время и не успевают затормозить вагон. То же выявляется и при психотехнических испытаниях. Поэтому к приему женщин необходимо относиться осторожнее и подвергать их более тщательному испытанию.

§ 108. Обучение вожатых и кондукторов

Обучение вожатых и кондукторов требует значительного внимания и правильной организации, — особенно, обучение вожатых.

Обучение кондукторов может сводиться к следующим основным моментам:

1) знание маршрутной системы, остановок и города,

2) знание участковой системы (при наличии таковой),

3) знание правил и приемов сбора платы, пробивки билетов и других операций.

4) знание правил и инструкций по наблюдению за порядком в вагоне и за безопасностью пассажиров.

В зависимости от культурного уровня, на это обучение в Германии затрачивается около 5 — 7 дней, в Ленинграде 15 — 20 дней. После этого требуется еще, чтобы начинающий кондуктор дня два работал в сопровождении опытного старого кондуктора, который на практике покажет ему, как поступать в тех или иных случаях.

Гораздо сложнее обучение вожатых. Ответственность, возлагаемая на вожатого, гораздо выше, и потому требуется гораздо более основательная подготовка, теоретическая и практическая. Вожатый должен знать все правила

и инструкции, довольно многосложные, определяющие круг его обязанностей и приемы работы по управлению вагоном в разных условиях и по обращению с пассажирами. Но мало знать правила — вожатый должен понимать причины и смысл каждого из этих правил, ибо только в таком случае он будет относиться к ним вполне добросовестно, сумеет сам определить и пределы правила и необходимые случаи исключения из него. Для этой цели вожатый должен в значительном объеме изучить машину, которой он управляет — вагон как в механической, так и, особенно, в электрической части и в части воздушного тормоза. Только знание всех составных частей оборудования и функционирования, знание анатомии и физиологии каждой части позволяет ему разобраться в причинах тех или иных повреждений, неожиданно возникающих на линии, и в некоторых случаях самому их исправлять. Все же не следует в этом отношении заходить слишком далеко, превращая вожатого в слесаря и монтера. Такая установка существовала ранее на некоторых небольших трамваях, причем вожатый сам принимал участие в ремонте, как это практиковалось часто в отношении паровозных машинистов и автомобильных шофферов.

В отношении современных трамвайных вагонов, оборудование которых очень надежно и требует мало ремонта, не следует тратить средств на обучение большой армии вожатых ремонту вагонов. Но функционирование всех частей механизма вагона должно быть вожатым совершенно ясно.

Поскольку у нас в СССР человеческий материал, из которого черпаются кадры вожатых, имеет довольно ограниченный культурный и технический уровень, поскольку для ясности понимания функционирования вагона необходимо предпослать при обучении некоторые общие сведения о покое и движении тел, об электричестве и электрическом токе. Основные принципы действия электромотора постоянного тока, методы включения моторов и реостатов, принципы действия контроллера (если не полный разбор схемы), назначение автомата, плавких предохранителей, токоприемника должны быть усвоены вожатым с полной ясностью. Точно также вожатый должен хорошо знать назначение каждой детали воздушного тормозного оборудования и механической части вагона. Он должен разбираться в системе подачи тока, знать разбивку сети на участки питания, а также функционирование автоматических и централизованных стрелочных переводов и сигнальных устройств. Он должен знать элементы устройства пути, стрелок и крестовин. Для понимания важнейших правил управления вагоном он должен знать основы графика движения вагона на перегоне.

Правила управления вагоном должны строиться на базе указанных общих знаний и обнимать по очереди все случаи работы вожатого: движение на прямом перегоне, на кривых, на пересечениях, на подъеме, в плохую погоду, и при повреждении той или другой части оборудования — и должны иметь в виду следующие основные цели:

1) безопасность движения,
2) точное соблюдение регулярности,
3) экономию энергии,
4) бережное отношение к оборудованию вагона.

Кроме того, вожатый должен получить инструкции об обращении с пассажирами (безопасность посадки и высадки, контроль уплаты и др.).

Для указанного обучения необходима хорошо оборудованная школа. Особенно важно посредством наглядных пособий показать функционирование всей электрической системы и системы воздушного оборудования. Последнее можно осуществить в натуре. Хороший метод наглядного показа действий контроллера на каждом положении применен в школе берлинского трамвая. Там с обычным контроллером механически связана развертка главного барабана в натуральную величину с нажимающими на нее пальцами, а электрически связана светящаяся схема на доске. При вращении контроллерной ручки движется, помимо вращения барабана, под пальцами развертка, наглядно показывая соединения пальцев с сегментами, а одновременно на доске загораются те соеди-

нения якорей и катушек, моторов и реостатов, которые осуществляются на каждом положении.

Необходимое уменье и навык вожатый может получить только на практике. Уже в школе необходимо начинать с упражнений в маневрировании контроллером и тормозами. По мере успехов в теоретической части, необходимо начать практическое обучение на вагоне. Полезно производить это сперва не в нормальном пассажирском движении, а с пустым вагоном на свободном участке. Здесь может постепенно развиваться свобода в маневрировании аппаратами, ощущение скорости, ускорения, опыт во всех необходимых операциях. Уже после этого и к концу обучения можно перейти к работе в нормальном пассажирском движении, в течение первых нескольких дней под руководством дядьки — опытного вожатого или инструктора.

Хорошим способом обучения вожатого в спокойной обстановке, а также проверки знаний и переобучения старых вожатых может служить кинематографическая лента, применяемая в Берлине, Лейпциге и других городах. Вожатый ставится за контроллер и тормозные ручки, и перед ним на экране в темноте развертывается картина, дающая полную иллюзию действительной езды на вагоне. Развертываются прямые участки, кривые, подъемы, пересечения, улицы, — оживленные и тихие, — перебегают люди и пересекают путь экипажи. Вожатый должен соответственно этому управлять контроллером и тормозами. Все манипуляции электрически регистрируются, и таким образом и сам вожатый и обучающий могут проследить сделанные ошибки.

Продолжительность обучения вожатого в Германии 20 дней, у нас около 2 месяцев, что объясняется слабым уровнем развития у нас. В Америке иногда ограничиваются недельным обучением, но это явно недостаточно, и американцы справедливо жалуются на то, что вожатые часто плохо обращаются с оборудованием вагона.

Дальнейшее наблюдение за ездой вожатых возлагается на линейных агентов. Наиболее целесообразно иметь специальных инструкторов, разъезжающих весь день и на примерах показывающих вожатым их ошибки и способы их исправления. В Берлине количество таких инструкторов определяется из расчета одного на сто вожатых. Объединять эту функцию с деятельностью агентов, наблюдающих за регулярностью, нецелесообразно, так как место последнего — определенный перекресток, а инструктор должен наблюдать езду вожатого в течение значительного времени, а иногда даже должен сам взять ручку и показать, как надо ехать и как нельзя.

Особое место в наблюдении за ездой играет вопрос о расходе энергии. От воли и умения вожатых в смысле экономии энергии зависит очень много — порядка 20%. Особенно важен, помимо правильного не слишком медленного трогания с места и отсутствия лишних остановок в пути, момент выключения тока на перегоне или, что одно и то же, начальная скорость торможения. Наиболее целесообразным методом, применяемым в Ленинграде, является разметка на линии знаков выключения тока, а также знаков, где ездить на параллельном, и где на последовательном. Такая разметка, применительно к каждому перегону в отдельности, может быть произведена или на основании опытных поездок, или теоретическим расчетом, имея в виду определенную установленную начальную скорость торможения. Если дисциплина на линии образцовая и вожатые хорошо обучены, то указанные знаки вместе с основными правилами езды дают очень хорошие результаты. Но при слабой дисциплине и отсутствии инструкторов, правила эти часто вожатыми нарушаются.

Другой метод воздействия на вожатых в смысле экономии энергии состоит в премировании их в зависимости от расхода энергии. Однако, этот метод требует оборудования вагонов счетчиками ватт-или амперчасов, довольно дорогими по ремонту и содержанию. Требуется организация ежесменных отсчетов и учет по каждому вожатому совместно с учетом пробега в километрах. Все это обходится довольно дорого. Так, один американский трамвай тратит на эти операции сумму, равную половине экономии электроэнергии. Главным недостатком этой системы, однако, являются неизбежные и частые ошибки, в виду разности в типе и состоянии вагонов, в маршруте и др. Если ряд вожатых, ездивших вполне образцово, из-за случайно плохого подбора

вагонов и маршрутов и получит малую премию или совсем ничего не получит, то это послужит к компрометированию всей системы премирования, которое перестает оказывать психологическое действие. По этим причинам, а также учитывая добросовестное отношение к делу немецких вожатых, в Германии метод премирования вожатых за экономию энергии совершенно не применяется.

Глава 25

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

§ 109. Почасовой учет

Для экономного ведения хозяйства вопросы рационального использования рабочей силы и рациональных форм оплаты играют решающую роль.

Мы уже видели выше (§ 74), какие трудности возникают для полного использования рабочего времени кондукторов и вожатых, в связи с неодинаковостью смен на разных вагонах. Удовлетворительное решение можно получить только при условии почасового учета рабочего времени, исходя из установленной законом нормы за месяц. Эта норма у нас в СССР при семичасовом рабочем дне составляет 168 часов; в Америке эта цифра колеблется от 8 до $10^1/_2$ часов в день: в среднем, по всем трамваям мы имеем на одного работника движения 250 часов в месяц на самом вагоне, не считая подготовительных и сдаточных операций. В Берлине норма равна 234 часа в месяц (26 дней по 9 часов), в Гамбурге 228 часов. Даже на тех немецких трамваях, где по договору установлен восьмичасовой рабочий день, все же число часов в месяц равно 200 — 208, против 192 по законодательству СССР для восьмичасового рабочего дня.

Поскольку почасовой учет позволяет варьировать рабочий день в известных переделах, важно установить правильные пределы для максимума. В Америке на многих трамваях предприятие имеет в этом отношении полную свободу; только на некоторых максимум ограничен. В Германии, где при почасовом учете расчет ведется помесячно, допускается превышение максимума над средней нормой в 2 часа (Берлин, Гамбург, Дюссельдорф) и до $1—1^1/_2$ часа (Лейпциг, Кельн, Вена). В Ленинграде в 1929 г. разрешалось только 40 минут для обычных смен и 75 минут для смен с перерывом. Такая установка, однако, не удовлетворяет потребностей производства. Необходимы такие допуски в сторону превышения и сокращения рабочего дня, чтобы можно было любую из часто встречающихся продолжительностей работы вагона за день делить на целое число смен. Если допускаемая норма рабочего дня h, допускаемое превышение или сокращение d, то до известного предела мы будем делить день на две смены, допуская возможное превышение, а затем перейдем к трехсменной работе, допуская сперва работу ниже нормы, а затем и превышение. Если длительность работы вагона за день может варьироваться непрерывно, то из этого следует, что

$$2(h+\delta)=3(h-\delta), \text{ или } \delta={}^1/_5\,h$$

Если $h=7$, то $\delta=1{,}4$ часа, т. е. требуется допуск в 1 час. 25 мин. При этом допуске мы двенадцатичасовой день поделим на две смены, четырнадцатичасовой на две смены и т д. до 16 час. 50 мин. включительно; 17 часов мы уже поделим на 3 смены по 5 час. 40 мин., т. е. на 1 час. 20 мин. меньше нормы. Максимальный рабочий день в большом городе при отсутствии ночной сквозной работы составляет от 4 час. 30 мин. утра до 2 час. ночи, всего $21^1/_2$ час. на вагоне, что при трех сменах равно 7 час. 10 мин. на смену; с учетом же необходимых добавок времени на прием и сдачу вагона и неравномерностей отдельных смен, вследствие необходимости считаться с определенными пунктами смен, потребуется допускать максимум в $8 - 8^1/_4$ часа. Если не допускать указанного максимума $d={}^1/_5\,h$, то в ряде случаев пришлось бы делить день не на 2 и не на 3, а на $2^1/_2$ смены, как уже выше было показано. Однако, это связано с необходимостью устройства работы с перерывом, что для самих работников гораздо более неприятно, чем несколько удлиненный день.

Вполне естественны ограничения при работе с перерывом. Перерыв, несомненно, существенно затрагивает интересы работников, так как это время трудно использовать для разумного отдыха или для побочной или домашней работы. Поэтому необходимо ограничить, во-первых, количество смен с перерывом тем минимумом, который является необходимым для выполнения наряда при полном использовании рабочей силы. Процент смен с перерывом будет зависеть от графика движения пассажиров и от наряда вагонов. Помимо того, желательно ограничение перерыва по времени. Проще всего это достигается установлением максимального промежутка от начала первой полусмены до конца второй. Так, в Германии обычно для работы с перерывом разрешается 14 — $14^1/_2$ часов. В Америке имеются разные условия у разных трамваев. Обычно предел составляет 14 — 16 часов и обыкновенно указывается процент смен для каждого предела. Так, на одном из американских трамваев 60% всех смен должны находиться в пределах 13 часов, 20% — в пределах 14 часов, 15% — 15 часов и 5% — 16 часов. Выбор этого предела также должен зависеть от условий графика пассажиров. Поскольку максимумы утренний и вечерний обычно попадают в одну смену с перерывом, то на соответствующих вагонах общее время равно приблизительно 13 — 15 часам (от 5 до 18 — 20 часов). Как уже было указано в главе о расписаниях, в ряде случаев возможно сорганизовать систему смен так, чтобы перерыв был невелик; но при этом увеличивается число смен с перерывом, что уже с общей народно-хозяйственной точки зрения менее целесообразно.

Чрезвычайно важно довести до минимума весь так называемый накладной расход времени вагонных бригад. Время отдыха на конечных пунктах в Америке очень невелико, примерно 1 — 3 минуты на один конец или 4 — 7% от времени езды. В Германии простои на конечных пунктах очень велики, что объясняется, как указывалось выше, системой жестких интервалов. У нас в СССР — обычно норма в 5 мин. на рейс в 50 — 60 мин., что в общем необходимо признать целесообразным.

Время сдачи денег кондукторами зависит от системы отчетности.

Для приемки и сдачи вагона в Германии принимается по 5 мин. на каждую операцию. В Америке большинство трамваев дают примерно такую же цифру, но многие совсем не считают эти операции за рабочее время, что, конечно, противоречит нашему трудовому законодательству. Советские трамваи часто дают до 10 мин. на каждую операцию, что уже немного превышает действительную потребность.

Важно наладить работу парковой конторы так, чтобы на каждого вожатого и кондуктора получалась установленная месячная норма, без недоработки и переработки. На одном из немецких трамваев (Кельн) каждый вожатый и кондуктор по очереди обходит все смены данного парка, так что полный цикл получается через много месяцев. Это возможно только при системе жестких интервалов и неизменном на долгий срок наряде. В Америке, наоборот, каждому работнику присвоена определенная смена, ежедневно одна и та же, причем выбор производится по старшинству (служебному стажу). Таким образом наиболее старые вожатые могут выбрать наиболее удобные и выгодные смены, уплата же производится за действительно проработанное время (не почасовой учет, а почасовая плата). У нас ни тот, ни другой порядок невозможен. При назначении работников в наряд, дело паркового нарядчика так комбинировать последние дни месяца для каждого, чтобы месячный итог был равен норме.

§ 110. Запасные смены

Вопросы трудовой дисциплины играют для работников движения важнейшую роль. Неявка кондуктора или вожатого сказывается болезненнее, чем неявка даже квалифицированного рабочего на заводе, так как недовыпуск вагона является уже резким нарушением расписания и регулярности движения. От количества неявок зависит необходимый запас кондукторов и вожатых. На советских трамваях в среднем приходится выставлять запас в размере 3—4%, на немецких около 3%. Таким образом, довольно

значительный процент работников используется лишь частично и большинство времени дежурит в ожидании работы. Поэтому борьба с излишним запасом является одной из основных мер по рационализации использования рабсилы персонала движения. Эта борьба должна вестись в разных направлениях.

Указанный выше процент запасных должен покрыть далеко не одни неявки без уважительной причины, процент которых обычно довольно мал (в Ленинграде за 1928—1929 гг. среди работников движения—0,17%), но и такие неявки по болезни, о которых парковая контора не была извещена своевременно. Большинство заболевающих и получающих бюллетень или отправляемых в лечебные заведения работников не считают нужным извещать администрацию немедленно, а посылают извещение впоследствии. Поэтому необходимо в порядке ударного движения провести такую меру, чтобы заболевающие сочли своим долгом известить немедленно парковую администрацию, используя для этого членов семьи, телефон, соседей по квартире и др. Если сознание необходимости такого извещения проникнет в массы кондукторов и вожатых, то потребный запас сразу весьма сократится, так как придется предусмотреть лишь замену злостных неявок и таких заболеваний, при которых извещение было невозможно.

Важно также иметь возможность срочно вызвать на работу работников, не назначенных в данную смену в наряд. При наличии домов, заселенных рабочими данного парка, поблизости от парка, это очень часто удается.

Важно правильно определить необходимый запас. При этом должно быть совершенно различное отношение к смене утренней и к остальным сменам.

Если мы в течение ряда месяцев будем вести статистику числа неявившихся на определенную смену по данному парку, то в итоге получим некую среднюю цифру неявок. Но в то же время будут и значительные отклонения вверх и вниз. Если, например, в среднем по данному парку на вторую смену бывает 10 неявок вожатых, то имеется известный процент случаев, когда не явилось только 9, 8, 7, и менее человек, а с другой стороны в ряде случаев количество неявок будет 11, 12 и более.

Если изобразить количество случаев неявки как функцию от количества неявившихся, то получим кривую вероятности Гаусса, причем в вышеприведенном примере число случаев, когда не явилось именно 10 человек, будет только $\frac{1}{\pi\sqrt{10}} \cong 10\%$ всех случаев. Кривая Гаусса характеризуется средним квадратическим отклонением, которое, если среднее число неявившихся равно n, составляет, как можно доказать, $\delta_q = \sqrt{n}$.

Если на работу не выйдет кондуктор или вожатый, назначенный во вторую смену, то в вагоне имеется работник, обязанный продолжать работу, пока его не сменят. Поэтому, если мы в приведенном выше примере будем назначать по 10 человек в запас, то в ряде случаев 1, 2 или несколько запасных окажутся лишними, в ряде других 1, 2 или несколько кондукторов отработают лишнюю смену сверхурочно. Если последняя оплачивается в двойном размере, то наивыгоднейшее решение получается, если как-раз назначить 10 человек в запас. Другое дело при утренней смене. Здесь невыход означает недовыпуск вагона, и потому приходится запасных назначать с запасом на возможное превышение. Если допускать недовыпуск в 1% всех случаев, то требуется, согласно теории, назначать $n + 2\sqrt{n}$ людей. Так, при 10 средних неявившихся в парк требуется приблизительно 16 запасных, при 4 средних—3 запасных и т. д.

Запас на вторую и третью смену может быть еще сокращен централизацией запаса на все парки в нескольких центральных пунктах по городу. Таким образом, можно быстро сменить неявившегося работника. Для утреннего же выхода из парка такая централизация невозможна.

Сокращение запаса может быть достигнуто, если объединить запас кондукторов и вожатых вместе. Если, например, в парке утром не является в среднем n_1 кондукторов и n_2 вожатых, то при раздельном запасе требуется $n_1 + 2\sqrt{n_1} + n_2 + 2\sqrt{n_2}$ человек; если же одни и те же работники могут заменять и кондукторов и вожатых, то требуется всего $n_1 + n_2 + 2\sqrt{n_1 + n_2}$ человек. Если например $n_1 = 10$, $n_2 = 5$, то экономия равна приблизительно 5 человек. Для такой организации должны в запас назначаться постоянно особые работники, обученные в качестве и кондукторов и вожатых.

Местные условия играют здесь также значительную роль. Опытный администратор часто учитывает заранее, в какие дни нужно запас усилить и в какие можно его уменьшить.

§ 111. Прикрепление вожатых к вагонам и маршрутам

Прикреплеине вожатых к вагонам приобрело огромную роль в связи с необходимостью ликвидации обезлички, усиления ответственности каждого работника, ликвидации того положения, при котором никто ни за что конкретно не отвечал. Опыт московского трамвая со спаренной ездой дал значительные результаты в смысле улучшения оборудования и выхода из кризиса, в котором московский трамвай оказался к началу 1931 г. Этот опыт распространяется и на другие трамваи и несомненно даст еще лучшие результаты.

Не менее целесообразно прикрепление и вожатых и кондукторов к маршруту. Этот метод применяется в Америке, поскольку там каждый вожатый выбирает себе наиболее подходящую вагоносмену из всего наряда, в порядке служебного старшинства. В Лейпциге также вожатые прикреплены к маршрутам, причем в пределах маршрута чередуются по сменам. Поскольку каждый маршрут имеет свои особенности, свои трудности в ведении вагона, вожатому легче привыкнуть к правильной езде на одном маршруте, чем на многих. Если вожатый долгое время ездит только на одном маршруте, то он в конце концов приучается к правильной езде, к полубессознательному чувству кривых, подъемов и пр. Точно так же и кондуктору, работающему постоянно на одном маршруте, легче привыкнуть к остановкам, тарифным участкам, прилегающим улицам, легче изучить пассажирские потоки и приспособления к ним в сборе платы. Поэтому с точки зрения производственной такое прикрепление целесообразно.

С точки зрения интересов рабочих, конечно, придется уже делить всю массу на группы, причем некоторым придется работать на более трудных, другим на более легких маршрутах. Но эти разницы вполне можно компенсировать разницей в оплате труда, ставя наиболее способных, дисциплинированных, хладнокровных работников на трудные маршруты и оплачивая их соответственно выше других.

§ 112. Качество работы

В правильном использовании труда работников важна трудовая дисциплина не только с точки зрения явки на работу, но и по качеству езды — для вожатого — и качеству сбора платы и наблюдения за вагоном — для кондуктора.

Сообразно тем основным целям, которым подчиняются инструкции для вожатых, мы качество езды будем рассматривать со следующих основных точек зрения:

1) безопасность движения для пассажиров, пешеходов, посторонних экипажей и самого вагона,

2) соблюдение регулярности движения, точное выполнение графика,

3) экономия электроэнергии,

4) бережное отношение к вагонному оборудованию.

Кроме того работа вожатого характеризуется еще тем, насколько он выполняет ряд добавочных обязанностей по наблюдению за посадкой и высадкой, за сбором платы, его обращением с пассажирами и пр. Важно вести учет работы каждого вожатого, где помимо формальных нарушений труддисциплины (неявки, разговоры во время работы, неисполнение распоряжений) заносились бы также данные о сделанных наездах, о замеченных случаях нерегулярной езды, о случаях слишком быстрого включения тока, небрежного перевода дуги, неправильного манипулирования контроллером и тому подобных случаях небрежного отношения к вагону. В отношении экономии энергии при наличии индивидуального учета посредством счетчиков можно заносить расход энергии в процентах к норме, при отсутствии учета—замеченные случаи слишком позднего выключения тока, езды по кривым на реостатах и др.

Такой учет позволит на правильных, беспристрастных основах оценить каждого работника.

В отношении кондукторов важны в особенности следующие качества работы:

1) добросовестный сбор платы,

2) наблюдение за безопасностью при посадке и высадке, своевременное объявление остановок,

3) корректное отношение к пассажирам.

Методы внедрения трудовой дисциплины должны итти как по линии поднятия сознательного отношения к работе, методами ударничества и соцсоревнования, так и по линии административной. Естественно, что основной упор приходится ставить именно на первую группу. Социалистическое соревнование между парками, сменами, отдельными работниками на основании учета их достижений и упущений является реальным движущим стимулом. Но, в зависимости от условий, приходится более или менее нажимать и на административный пресс, учитывая, однако, что эти меры оказывают влияние лишь в том случае, если они бывают поддержаны и одобрены основной массой работников.

Правильная организация и чередование смен необходимы и с точки зрения предприятия и с точки зрения работников. В этом отношении возможны, однако, разные принципы: или каждый работник занят в каждой смене только по одному дню, или же определенные группы работают известный период (декаду, пятидневку) в одной смене, затем в другой и т. д. Второй порядок несколько удобнее для работников и не встречает возражений со стороны предприятия. При этих методах приходится обращать внимание на соблюдение правил трудового законодательства, согласно которого требуется определенный интервал (8 часов) между двумя рабочими сменами и сорокачасовой интервал при свободном дне. Поэтому нельзя сразу после поздней вечерней смены того же работника назначать в утреннюю; этого же нельзя делать и после свободного дня.

§ 113. Оплата труда

Оплата труда работников движения имеет ряд специфических особенностей.

При почасовом учете оплата сверхурочных работ в повышенном размере производится по двум признакам:

1) за каждый отдельный рабочий день, если проработанное время превышает установленный максимум;

2) за весь расчетный период (месяц), если общее число проработанных часов превышает установленную месячную норму (192 или 168 часов).

Оплата сверхурочных первого рода у нас регулируется Кодексом Законов о Труде, оплата сверхурочных второго рода должна быть особо оговорена колдоговором (в полуторном или в двойном размере).

В Германии оплата сверхурочных часов производится в значительно меньшем размере. Так, например, в Дюссельдорфе сверхурочные до 3 часов в день оплачиваются с надбавкой 25%, свыше 3 часов—с надбавкой $33^1/_3$%. В других городах сверхурочные оплачиваются в полуторном размере. В Америке, где вместо почасового учета преобладает часовая оплата, и нет гарантированного минимума, в ряде трамваев сверхурочные работы оплачиваются как нормальное рабочее время, на других надбавка колеблется от 25% до 50%.

Особый вопрос представляет собой оплата работы с перерывом. В Америке, Англии, Германии—нигде перерыв особо не оплачивается. Однако, это несправедливо по отношению к рабочим. Многие советские трамваи оплачивают перерыв за полное непроработанное время. Это с другой стороны нецелесообразно, и лишает в значительной мере выгод от устройства перерыва. Если взвесить действительные неудобства, возникающие для работников при перерыве, то они определятся, во-первых, из необходимости двукратного выхода на работу, во-вторых—из расстройства нормального отдыха. Однако, если перерыв довольно велик, скажем, равен 7—8 часам, то данное неудобство ни в коем случае нельзя приравнять к потере работником 7—8 часов. Кроме того нужно учесть, что за это время кондуктор или вожатый не работает, не напрягает сил и воли. Поэтому представляется вполне справедливым ограничить оплату перерыва, независимо от его длительности, суммой, равной оплате примерно двух или трех рабочих часов.

Самый размер часовой оплаты в Америке составляет в среднем около 55—60 центов. В Германии оплата в час равна: в Берлине 1,09 мк. для вожатых, 99 пф. для кондукторов, в Лейпциге в среднем 80 пф. В наших условиях,

при семичасовом рабочем дне, колдоговоры 1931 г. дают около 60 коп. в час. Цифры 1932 г. уже приближаются к 80—90 коп. за рабочий час.

Текучесть состава работников является для трамваев одним из самых больных мест. Каждый вновь поступающий работник, особенно вожатый, обходится предприятию в довольно большую сумму в период обучения. Первые месяцы и даже годы работы вожатый и кондуктор далеко еще не имеют должного опыта, у них чаще случаются наезды, они неэкономно расходуют энергию и пр. Поэтому вполне целесообразно установление оплаты в зависимости от стажа, причем для вожатых можно наметить примерно 3 ступени — до 6 мес., от 6 мес. до 2—3 лет и после 2—3 лет. Для кондукторов достаточно установить две ступени — до и после 6 месяцев. При прикреплении работников к маршрутам невозможно отказаться от оплаты в зависимости от стажа, но все маршруты нужно разбить на группы по трудности, с особой оплатой за каждую группу. Естественно, что на более трудную и хорошо оплачиваемую работу будут назначаться преимущественно опытные работники с достаточным стажем.

В работе вожатого или кондуктора совершенно невозможно говорить о сдельной оплате. Производительность труда вагонных бригад, как увидим ниже, количественно определяется общей организацией дела и лишь в малой степени зависит от них самих. Только случаями полной неорганизованности движения можно объяснить применяющуюся кое-где в СССР оплату вожатых в зависимости от пробега поездов. При организованной езде по расписанию вожатый может оказать лишь ничтожное влияние на общий пробег вагонов. Более обоснована оплата кондукторов в зависимости от сбора платы. Но необходимо и тут уяснить себе, что сбор платы зависит от очень большого числа причин — времени дня, маршрута, погоды, сезона и т. д., влияние которых зачастую больше, чем влияние индивидуальных качеств кондуктора. При большом наплыве пассажиров в часы максимума самый вялый кондуктор соберет больше, чем самый расторопный и способный в поздние вечерние часы. Сбор платы может служить не количественным, а качественным мерилом работы данного кондуктора или группы кондукторов, служащим для сравнения между отдельными кондукторами или группами их при одинаковых объективных условиях.

Качественный учет работы каждого кондуктора и вожатого может быть положен в основу системы премиальной оплаты, которая может быть весьма полезной в поднятии трудовой дисциплины и улучшении качества работы.

Мы уже выше указали на две формы такой оплаты — в зависимости от расхода электроэнергии на основании показаний счетчиков и в зависимости от числа несчастных случаев и наездов. Однако, поскольку в качественную оценку работы вожатого должен входить и ряд других факторов, указанных выше, то нецелесообразно в премиальной системе ограничиться только одним признаком. Если не считать расхода энергии, где возможно (хотя и нецелесообразно) применение счетчиков, то в отношении остальных вопросов нельзя иметь абсолютно точных измерителей качества езды и работы вожатого. Поэтому систему премирования приходится организовать на основании донесений с линии о замеченных упущениях и на основании учета явки на работу, наездов и несчастных случаев. Вожатый, у которого листок за данный месяц чист, получает максимум премии, скажем, примерно 50%; за каждый случай или упущение производится вычет по определенной шкале. Необходимо, однако, оговориться, что такая система может быть полезной и оказать психологическое воздействие лишь в том случае, если она поставлена серьезно и если на линии имеется достаточный персонал инструкторов (1—2% от числа вожатых), могущих дать хотя бы по несколько раз в месяц отчет о работе каждого вожатого. Если же донесения, на основании которых будут производиться вычеты из максимальной премии, будут случайны, то может получиться как-раз обратный психологический эффект.

В отношении кондукторов основным качественным мерилом является сбор платы, где вполне возможен точный учет. Поэтому для кондукторов целесообразно положить в основу премиальной системы количество проданных билетов или выручку за определенный период. Поскольку каждая

вагоносмена имеет свою особую характеристику, причем разница доходит до 200% и более, постольку необходимо тщательно чередовать кондукторов так, чтобы каждому за учетный период доставалось равное количество выгодных и невыгодных вагоносмен; в противном случае будет много справедливых жалоб со стороны старательных и умелых кондукторов, получивших случайно много невыгодных смен.

Для уточнения самой системы премирования необходимо изучить, какое влияние на сбор платы может оказать воля и способности кондуктора. Для этой же цели на ленинградском трамвае, где система премирования по сбору платы с известным перерывом существует уже ряд лет, производились обследования распределения числа кондукторов в зависимости от проданных билетов. Данные этих обследований, как и следовало ожидать, имеют вид все той же кривой Гаусса, с которой мы всегда сталкиваемся при разборе массовых явлений (рис. 234). Характерным параметром этой кривой служит среднее квадратическое отклонение, каковое в нашем случае равно около 7—8% от средней выручки. Таким образом, если мы отбросим очень редкие исключения, то окажется, что 98% всех кондукторов имеют выручку в пределах ±20% от средней.

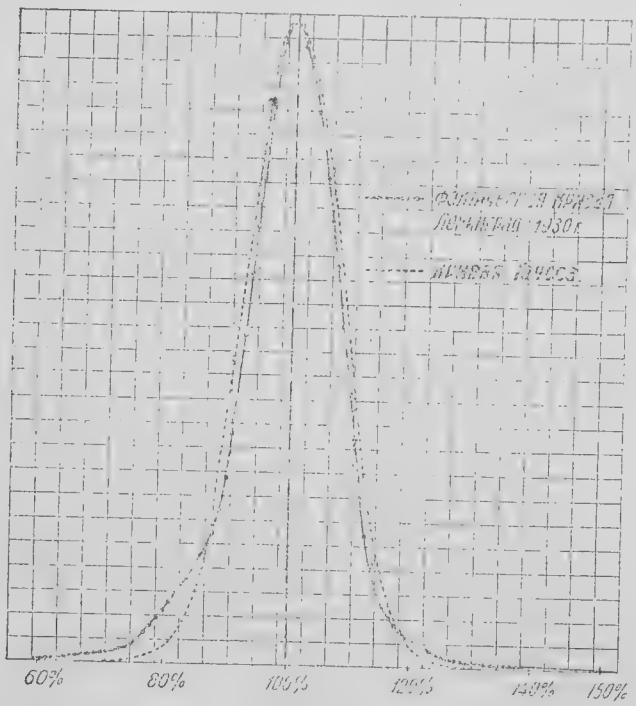


Рис. 234. Распределение кондукторов по собранной месячной выручке.

На основании этой или подобной кривой мы должны решать вопрос о системе премирования. Мы можем, например, премировать за каждый проданный билет. Если, например, в среднем кондуктор в смену продает 500 билетов или 12 000 в месяц, и мы располагаем премиальным фондом из расчета 10 руб. на человека в месяц, то это значит, что мы даем кондуктору премию в размере 1 коп. за 12 билетов. При указанной выше кривой, за редкими исключениями, все кондуктора будут получать премию в пределах от 8 до 12 руб. Ясно, что стимула для усердного сбора платы такая система не создаст. Необходимо премировать только число проданных билетов сверх определенной месячной нормы. Выбор этой нормы зависит от того, какую часть кондукторов мы считаем возможным совершенно лишить премии. Если мы в вышеприведенном примере установим норму 400 билетов в смену или 9 600 в месяц, то неполучающих премию будет ничтожный процент, и 98% всех кондукторов получат от нуля до 20 руб. в месяц. Если мы назначим норму, равную средней выручке (500 билетов), то 50% всех кондукторов премии не получат, но зато кондуктор, давший в среднем 600 билетов в смену, получит очень высокую премию. Обе эти крайности, очевидно, нецелесообразны. Лишая премии 50% всех кондукторов, мы их озлобляем и вызываем обратный психологический эффект. Необходимо поставить премию на должную высоту, но отнюдь не на высоту недосягаемую. Целесообразной представляется примерно норма, равная 90—95% от средней выручки. Установив указанную норму в виде α % от средней выручки a, или норма $= a \cdot \alpha$, мы получаем из кривой Гаусса $y = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-a)^2}{2\delta^2}}$ интегральную кривую

$$\int_0 y dx = \int_0 \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-a)^2}{2\delta^2}} dx$$

В точке $x = a \cdot \alpha$ этот интеграл достигает величины β, причем, если

$$a\alpha = a\ (1 - \delta), \quad \text{то } \beta \cong 16\%$$
$$a\alpha = a\ \left(1 - \frac{1}{2}\delta\right), \text{ то } \beta \cong 30\%$$
$$a\alpha = a\ \left(1 - \frac{3}{2}\delta\right), \text{ то } \beta \cong 9\%$$

В нашем случае, если $\delta \cong 7—8\%$ от a, то при

$\alpha = 90\%$ $\beta \cong 10\%$
$\alpha = 95\%$ $\beta \cong 25\%$

Такой процент неполучающих премию можно считать приемлемым.

Необходимо в премиальную систему для кондукторов включить еще учет и остальных сторон их деятельности—наблюдение за порядком, за безопасностью, вежливое обращение с пассажирами и т. д. Этого можно достигнуть, производя из премии за сбор платы вычет в зависимости от замеченных упущений.

§ 114. Производительность труда

Производительность труда в сумме работников движения может определяться разными измерителями:

1) количество работников на вагон в движении;
2) „ „ на поезд;
3) количество вагоно-часов или поездо-часов на одного штатного работника в месяц (или иной период);
4) количество вагоно-километров или поездо-километров на штатного работника в месяц;
5) количество место-километров на одного работника.

На производительность труда влияют следующие факторы:

1) установленный рабочий день или месяц;
2) процент сверхурочных работ,
3) установленные нормы времени на прием и сдачу вагона и выручки;
4) продолжительность отдыха на конечных пунктах;
5) процент неявок по разным причинам;
6) процент работников в запасе.

С учетом всех этих факторов мы можем получить количество действительных вагоно-часов на штатного работника. Так, например, при 168-часовом рабочем месяце и 3% сверхурочных работ, мы имеем за месяц 173 часа работы. Если на прием и сдачу вагона и выручки установлено 20 мин. в день, или 8 часов в месяц, то остается работы на вагоне 165 часов. Времени отдыха на конечном пункте можно не учитывать, если одновременно отдыхает и вагон. Но если, скажем, вагонные бригады имеют в среднем на час езды 5 мин. отдыха, а вагон простаивает только 2 минуты, что достигается перестановкой бригад с вагона на вагон, то разница в 3 мин. составляет 5% от времени пробега. В нашем случае это значит, что на каждого работника имеем на 8 вагоно-часов меньше или 157 часов в месяц. Если процент неявок (в отпуску, командировке, болезни и др.) равен 10, а процент запасных—2, то количество вагоно-часов на штатного работника должно быть уменьшено еще на 12% или 19 часов и составляет в итоге 138 часов в месяц. Это и дает измеритель третий, причем для вожатых необходимо принять поездо-часы, для кондукторов—вагоно-часы. Этот измеритель в общем концентрирует все те факторы, которые зависят от условий колдоговора и от труддисциплины самих работников.

Измерители 1 и 2 получаются, если учесть еще среднее число часов работы, вагона в день или месяц. Так, например, если вагон, в среднем, в день находится на линии 14 часов в день или 420 часов в месяц, то на каждый вагон требуется $420 : 138 = 3{,}05$ кондуктора и столько же вожатых на каждый поезд. Этот измеритель удобнее других усваивается, но может привести к неправильным выводам, особенно при сравнении разных трамваев, с разной длительностью движения в течение дня. Измеритель 4 вагоно- и поездо-километры помимо факторов, зависящих от самих работников, учитывает еще хозяйственную скорость и, таким образом, дает общий эффект использования работников

движения. Если на линии имеются вагоны разной емкости и поезда разного состава, то наиболее правильно общий эффект учитывается количеством место-километров на штатного работника (измеритель 5). В таком виде данный измеритель наиболее пригоден для сравнения производительности труда работников движения на разных трамваях.

Глава 26

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ

§ 115. Персонал линии и парков

На крупных трамваях кондуктора, вожатые, стрелочники и сигналисты представляют собой многотысячные армии. От четкости организации работа этой армии зависит в первую очередь. Между тем условия работы на линии, на движущемся вагоне не дают возможности установить такой административный контроль, как на заводе. Поэтому управление и контроль на линии получаются сложнее по организации.

Выше в соответствующих главах было указано на необходимость иметь на линии агентов следующих видов:

1) ревизоры, контролеры движения или дежурные по движению, работающие на определенном пункте в середине маршрута; их основная функция — наблюдение за регулярностью;

2) контролеры сборов;

3) инструктора вожатых.

Кроме того, в СССР большое количество линейных агентов стоит на конечных пунктах.

Количество необходимых агентов каждого рода зависит отчасти от местных условий. В среднем дежурные по движению необходимы на расстоянии приблизительно 10 – 15 минут пробега один от другого. При скорости сообщения 15 *км* в час и при квадратной сетке путей, это дает приблизительно 1 пост на 5 – 8 *км* путей. Количество агентов на конечных пунктах равно количеству пунктов. Количество контролеров движения в СССР принимается обыкновенно из расчета 1 на 5—10 вагонов. В Германии их значительно меньше, в Берлине и Гамбурге—один на 15 вагонов, в Лейпциге—1 на 20 вагонов. Принимая, что вагон в день перевозит 1000—1500 человек, и что контролер может сделать (по норме ленинградского трамвая) 40 контролей, проверяя каждый раз 25—30 пассажиров, мы получаем, что в СССР каждый пассажир проверяется примерно раз в 5—10 поездок. В Германии контроль попадается только, примерно, раз в 15 – 20 поездок.

Количество инструкторов вожатых в Берлине равно около 1,5% от числа вожатых. Это позволяет, принимая 25 проверок за рабочий день, или 600 проверок в месяц, проверить работу каждого вожатого 9 раз в месяц. Такую норму можно признать достаточной. В ряде малых трамваев указанные функции часто смешиваются: контролеры сборов попутно занимаются инструктированием вожатых, наблюдением за регулярностью и т. д. Большинство крупных трамваев, хотя и не вменяют этого в обязанность, но предоставляют право каждому линейному агенту давать распоряжения на линии по всем вопросам. На практике, однако, это часто приводит к печальным недоразумениям. Необходимо, за исключением очень малых трамваев, где разделение труда не оправдалось бы, четко диференцировать обязанности каждого из этих агентов.

Подчиняясь линейным агентам во время работы на линии, кондуктора и вожатые подчиняются по административной линии парковому управлению. Заведывающий движением парка не может сам следить за работой своих подчиненных в вагоне. Он должен вести учет трудовой дисциплины и, кроме того, к нему стекаются донесения линейных агентов. Это положение и заставляет в вопросах надзора за работниками требовать четкой организации, определенных форм и методов.

В ведении заведывающего движением по парку имеется конторский аппарат по приему от кондукторов листков и выручки и личный и расчетный стол, ведущие учет работы, отметки об упущениях по службе и расчет зарплаты.

Вопрос о подчинении кассиров, принимающих выручку от кондукторов, может быть решен разно в зависимости от метода сдачи выручки. При сложной участковой системе, когда подсчет выручки по листку представляет собой сложную работу, вполне целесообразно разделение функций — работники по учету выручки находятся в ведении службы движения, кассиры — в ведении бухгалтерии. Но там, где эти операции объединены, соответствующие работники могут быть в службе движения, хотя принципиально желательно выделить кассовый аппарат.

Вопрос о подчинении стрелочников решается разно: на некоторых трамваях они числятся по службе движения, на других по службе пути. Поскольку работа стрелочников в основном связана с обслуживанием движения, часто сочетается с подачей сигналов и очистка стрелок занимает в их работе подчиненную роль, то естественнее подчинить их парковой администрации по движению.

Ревизоры движения, начальники станций, контролеры сборов и инструктора вожатых по роду своей работы должны иметь наблюдение за вожатыми и кондукторами всех парков, и потому естественно их подчинять не парковой, а центральной администрации.

Количество всех этих работников на крупных трамваях измеряется многими сотнями, и вопрос о подборе этих кадров играет решающую роль, так как от их административных и технических способностей зависит вся работа низших линейных работников. В основном кадры этих работников заполняются путем выдвижения из среды кондукторов и вожатых. Этот путь, проводимый и у нас, и в Германии, и в Америке, является несомненно и наиболее правильным, так как работа на линии требует большого опыта. Но для руководящей работы инструктора, ревизора, начальника станции, помимо практического стажа, требуются еще и довольно значительные теоретические познания. Детальное знание вагона, его оборудования, воздушной сети, изучение графика движения, приемов езды в разных сложных случаях—все это необходимо инструктору. Ревизору и начальнику станции необходимо детальное изучение маршрутов, частичное знание статистики, умение составить расписание нормальное и экстренное и проч. Если в Германии, на базе всеобщего начального обучения, способный вожатый, переведенный в линейные агенты, быстро усваивает все необходимые для этого познания, то у нас, при общей культурной отсталости, повышение квалификации линейных агентов необходимо. Помимо того, следует практиковать работу на линии студентов вузов и техникумов и молодых инженеров, так как это дает им необходимый опыт для будущей работы и в то же время знакомит остальную массу линейных агентов с более культурным подходом к решению встречающихся на практике вопросов.

§ 116. Аппарат центральный

Центральный аппарат службы движения должен иметь, в основном, следующие функции:

1) Разработка основных вопросов движения — остановки, маршруты, расписания, наряд, методы борьбы с нерегулярностью, с несчастными случаями.

2) Участие и проработка, с точки зрения движения, вопросов, обнимающих деятельность разных служб: типы вагонов, выбор скорости, планировка сети, узлов, конечных пунктов.

3) Составление текущих расписаний и нарядов. Эта работа — одна из самых важных, требующая на крупных трамваях десятка и более опытных работников.

4) Учет несчастных случаев, разработка детальных мер борьбы с ними. Для этой цели необходимо выделить особого агента.

5) Ведение дел с пострадавшими от несчастных случаев и передача их юридическим агентам трамвая.

6) Ведение дел с лицами, причинившими трамваю убыток (битье стекол и проч.).

7) Ведение личных счетов линейных работников в тех случаях когда они не ведутся в парках.

8) Продажа билетов и карточек. Эта работа часто, однако, производится бухгалтерией, а иногда передается банку.

9) Наблюдение за школой вожатых и психотехнической лабораторией, которые всегда находятся непосредственно в ведении центра.

10) Прием линейных работников, если эта функция не передана парковой администрации.

11) Наблюдение за работой, учет, составление наряда для работы низшей линейной администрации.

12) Составление общих инструкций для работы вожатых, кондукторов и линейной администрации.

Для ведения вопросов, указанных в п.п. 1, 2, 3, 4, 9, 12, требуются лица высшей квалификации. На крупных и средних трамваях необходимы работники, способные самостоятельно решать сложные задачи движения, умеющие, где необходимо, применить математический аппарат и детально, теоретически и практически, знакомые с трамвайным вагоном, сетью, путями и прочим оборудованием.

В этом отношении ощущается острый пробел не только в СССР, но и в Германии, в Америке и во всем мире. Почти нигде не видно того подхода к вопросам движения и того внимания, которых они заслуживают.

Количество работников со специальным высшим образованием в данной области должно равняться в службе движения примерно количеству инженеров в службе подвижного состава данного трамвая. Этих работников нужно еще создать.

Задачей настоящей книги и является, в основном, содействовать образованию кадров для службы движения как путем самообразования работающих в настоящее время практиков, так и путем воспитания молодых работников из наших втузов и техникумов.

Индекс Т-11$_2$ ОГИЗ № 1251. Тираж 7230 экз.
Редактор *М. Д. Левина* Техн. редактор Л. Ф. Петров.
Книга сдана в набор 29/XI 1931 г. Подписана к печати 14/IV 1932 г.
Бумага печ. 73 × 104. $^1/_{16}$. Печатных листов 19.
Печатных знаков в листе 70 000.
Заказ № 9192.
Ленинградский Горлит № 38598.

из-
ра-
на
ты
он-
ца
мы
ю-
ре-
ро-
но
да
ой
ке-
ов
о-
их
ов
з.
в.